
MESTRADO EM ENGENHARIA SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Análise de Parâmetros Ambientais na Indústria Corticeira- Estudo da sua relação com o Tempo de Reacção

Nome: Daniela Sofia Ferreira Ramos Couto

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Co-orientador: Mestra Joana Cristina Cardoso Guedes

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Arguente: Professor Doutor João Paulo Meixedo dos Santos Silva

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Presidente do Júri: Professora Doutora Maria Arminda Costa Alves

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

2011



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt **ISN:** 3599*654
Telefone: +351 22 508 14 00 **Fax:** +351 22 508 14 40
URL: <http://www.fe.up.pt> **Correio Electrónico:** feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor .João Manuel Abreu Santos Baptista pela orientação, pela disponibilidade e sobretudo pela paciência, tão gentilmente, dedicados ao longo deste estudo.

Ao Professor Doutor José Soeiro pelo apoio académico e ajuda prestados.

À Mestra e amiga Joana Guedes que me encorajou a ingressar nesta aventura de dois anos agradeço a partilha de conhecimento científico e apoio na realização deste trabalho.

Ao Doutor Paulo Couto, à Doutora Isabel Allegro e à Dona Filomena Mota demonstro o meu profundo agradecimento pela forma calorosa como me receberam e cederam as instalações, em período laboral, da Cork Supply Portugal; sem sua colaboração a concretização deste estudo não teria sido possível.

Agradeço especialmente a todos os trabalhadores da Cork Supply Portugal pela colaboração, carinho e boa disposição demonstrados ao longo de duas semanas de trabalho árduo.

Ao Srº Paulo Costa pela disponibilidade, simpatia e pela nobre partilha de conhecimentos que contribuíram para o meu enriquecimento académico e profissional.

À minha querida família, em especial, aos meus pais e aos meus irmãos pelo amor, compreensão e confiança que depositaram em mim.

À minha querida amiga Alexandra Lombo por me acompanhar nos bons momentos e no mais sombrios, pela ouvinte atenta e preocupada que demonstra sempre ser.

A todos os colegas de mestrado pelos momentos agradáveis de companheirismo e amizade vividos e pela partilha mútua de experiências em contexto de investigação, em especial à Cátia Gomes, amiga paciente e sempre disponível, ao Rúben Teixeira, Célia Ferreira e à Márcia Costa Leite pela amizade e apoio prestados e à Eugénia pelos conselhos e encorajamento.

À Jacqueline Castelo Branco pelo suporte a nível académico e pela amizade demonstrada.

A todos estes um grande “Bem-haja”.

RESUMO

O Tempo de Reacção é uma variável ainda em fase de investigação por várias áreas do saber, contudo é no desporto que a sua importância ocupa um lugar de real destaque.

Em contexto industrial existem poucos estudos concretos que investiguem o Tempo de Reacção enquanto factor responsável pela ocorrência de acidentes laborais, bem como a sua relação directa com variáveis extrínsecas e intrínsecas ao trabalhador.

Com o intuito de tentar provar esta relação, foram feitas medições de ruído, iluminação e ambiente térmico (variáveis extrínsecas) que tiveram lugar na *Escolha Manual de Rolhas*, secção pertencente a uma empresa de produção de rolhas de cortiça.

Desta forma e para garantir a idoneidade deste estudo, os trabalhadores foram ainda inquiridos quanto aos seus hábitos alimentares, higiene do sono e estado de saúde (variáveis intrínsecas), com o objectivo de encontrar uma relação causal entre estes últimos e o aumento do Tempo de Reacção e por conseguinte provar a sua influência na ocorrência de acidentes.

Foi também possível efectuar o levantamento dos dados antropométricos (peso e altura) dos mesmos e com efeito calcular o IMC (Índice de Massa Corporal).

As medições do Tempo de Reacção foram realizadas quatro vezes ao dia durante 10 dias úteis de trabalho.

Da análise dos resultados conclui-se que as variáveis extrínsecas podem ter, em certa medida, uma influência no aumento do Tempo de Reacção, porém em contraste com as variáveis intrínsecas o seu peso final é pouco relevante.

Existem factores inerentes e individuais ao ser humano que influenciam directamente no aumento do Tempo de Reacção e isso é demonstrado, na prática, pelos resultados das medições do Tempo de Reacção. Estes revelam que existem padrões individuais e únicos associados a cada trabalhador e que deverão ser explorados caso a caso.

Tendo isto em mente, é nesta perspectiva que os esforços dos futuros estudos se deverão direccionar.

Palavras-chave: *Tempo de Reacção, Ruído, Iluminação, Ambiente Térmico e Escolha Manual.*

ABSTRACT

The reaction time is a variable which is still under investigation by various disciplines, though it is in sport that its importance has a place of real prominence.

In an industrial context there are few concrete studies that investigate the reaction time as a factor responsible for the occurrence of accidents at work and its direct relationship with extrinsic and intrinsic variables to the employee.

In an attempt to prove this relationship, measurements were made of noise, lighting and thermal environment (extrinsic variables) that took place in the "Manual selection", section belonging to a company producing cork stoppers.

Therefore and to ensure probity of this study, workers were also interviewed regarding their dietary habits, sleep hygiene and health status (intrinsic variables) with the aim of finding a causal relationship between the latter ones and the increased reaction time; and thus prove its influence on the occurrence of accidents.

It was also possible to make the assessment of anthropometric data (weight and height) of the workers and calculate BMI (Body Mass Index).

Measurements of reaction time were performed four times daily for 10 days of work.

From analyzing the results it is concluded that the following variables may have an influence on increasing the reaction time to a certain extent, but in contrast to the intrinsic variables its final weight is of little relevance.

There are factors inherent to humans and individuals that directly influence the increase of reaction time and this is demonstrated in practice by the measurements results of reaction time. These reveal there are individual and unique patterns associated to each employee and that should be explored in each case.

With this in mind, it is in this view that the efforts of future studies should be directed.

Keywords: *Reaction Time, Noise, Lighting, Thermal Environment and Manual Selection.*

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJECTIVOS E METODOLOGIA.....	5
2.1	Objectivos da Tese.....	5
2.2	Metodologia de Desenvolvimento	5
2.2.1	Caracterização do Posto de Trabalho	5
2.2.2	Seleção do Local de Medição	6
3	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	9
3.1	Função Actividade Económica	9
3.2	O negócio.....	9
3.3	Localização da Empresa	10
3.4	Processo Produtivo.....	10
3.5	Produto Final	11
3.6	Mercado Alvo.....	11
4	ESTADO DA ARTE	13
4.1	Ruído	13
4.1.1	Propriedades Físicas do Som vs Fenómeno da Audição	13
4.1.2	Ruído e Tipos de Ruído	14
4.1.3	Nível de Pressão Sonoro e Nível de Pressão Sonoro Contínuo Equivalente.....	15
4.1.4	Exposição ao Ruído: Consequências	17
4.1.5	Aumento do Risco de Acidentes	22
4.1.6	Trabalhadoras Grávidas	23
4.1.7	Comunicação Oral	23
4.1.8	Controlo do Ruído	23
4.1.9	Ruído na Cork Supply	24
4.1.10	Enquadramento Legal e Normativo	25
4.2	Iluminação	27
4.2.1	Teoria da Luz vs Fenómeno da Visão	27
4.2.2	Noções de Luminotecnica	29
4.2.3	Iluminação: Do Projecto ao Usufruto	32
4.2.4	Sistemas de Iluminação	34
4.2.5	Tipos de Iluminação	34
4.2.6	Iluminação no Âmbito Industrial.....	37
4.2.7	Iluminação Deficiente: Consequências	38
4.2.8	Iluminação na Cork Supply	39
4.2.9	Enquadramento Legal e Normativo.....	40
4.3	Ambiente Térmico.....	43

4.3.1	Mecanismos de Trocas Térmicas vs Termopsicologia Humana.....	43
4.3.2	Conforto Térmico: Grandezas Físicas e Características Inerentes.....	46
4.3.3	Ambiente Térmico: Classificação e Avaliação.....	47
❖	Ambiente Térmico Neutro	49
4.3.4	Exposição a Ambientes Térmicos Extremos: Consequências.....	51
4.3.5	Controlo do Ambiente Térmico.....	52
4.3.6	Ambiente Térmico na Cork Supply.....	53
4.3.7	Enquadramento Legal e Normativo	53
4.4	Tempo de Reacção	55
4.4.1	Factores Influenciadores do Comportamento do Indivíduo.....	55
4.4.2	Tempo de Reacção: Conceitos e Factos.....	60
4.4.3	Estudos de Caso	60
5	MATERIAIS E MÉTODOS	65
6	TRATAMENTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	69
6.1	Ruído.....	69
6.1.1	Análise Espectral ou de Frequências.....	69
6.1.2	Variações de Nível em Função do Tempo.....	74
6.2	Iluminação.....	77
6.2.1	Análise do Parâmetro Iluminância	77
6.3	Ambiente Térmico	83
6.3.1	Análise das Variáveis Físicas do Ambiente Envolvente.....	83
6.3.2	Índice WBGT	86
6.3.3	Índice PMV-PPD	87
6.4	Tempo de Reacção	95
6.4.1	Caracterização da População.....	96
6.4.2	Quantificação do Tempo de Reacção	96
6.4.3	Estatística Descritiva: Mediana	97
6.4.1	Análise: 1ª e 2ª Semanas de Medição	97
6.4.2	Análise Regime Horas Extras.....	105
7	CONCLUSÕES.....	111
8	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	113
9	BIBLIOGRAFIA	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acidentes de trabalho na indústria de madeira (Vidal de Souza et al., 2002).	3
Figura 2. Horas trabalhadas até a ocorrência do acidente (Vidal de Souza et al., 2002).....	3
Figura 3. Escolha Manual: 1.Tapete Alimentação 1; 2.Panorâmica PT; 3. Tapete Escolha.	5
Figura 4 Localização específica do Sonómetro e Babuc.....	6
Figura 5 Etapas do Processo Produtivo.....	10
Figura 6 Representação gráfica do movimento de uma onda (adaptado (NIOSH, 2009)).	13
Figura 7 Anatomia do ouvido humano vs fenómeno da audição (adaptado de Arezes (2002)).	14
Figura 8 Escala dos valores do Nível de Pressão Sonora (DREC, 2010).	16
Figura 9 Percentagem de trabalhadores expostos ao ruído no local de trabalho (OSHA, 2009).	18
Figura 10 Estádios da Surdez Profissional (adaptado (Miguel, 2007))	20
Figura 11 Efeitos fisiológicos do ruído sobre o organismo (Torres & Gama, 2005).....	20
Figura 12 Medidas de confinamento do ruído (adaptado de (Miguel, 2007) e (OSHA, 2005)).	24
Figura 13 Documentos que legislam o agente físico ruído (de autor).	25
Figura 14 Espectro electromagnético (Bartolomeu, 2003).	27
Figura 15 Anatomia do olho humano vs fenómeno da visão (Adaptado de (Miguel, 2007)).	28
Figura 16 Curva de sensibilidade do olho humano à radiação visível (OSRAM, 2010).	28
Figura 17 Representação gráfica do fenómeno de fluxo luminoso (Zumtobel, 2004).	29
Figura 18 Representação gráfica do fenómeno de intensidade luminosa (Zumtobel, 2004).	30
Figura 19 Representação gráfica do fenómeno de iluminância (Zumtobel, 2004).	30
Figura 20 Representação gráfica do fenómeno de luminância (Zumtobel, 2004).	31
Figura 21 Representação gráfica da eficiência de uma fonte luminosa (Philips, 2005).	31
Figura 22 Temperatura da cor vs tonalidade (Philips, 2005).	32
Figura 23 Critérios de qualidade para a iluminação (Zumtobel, 2004).....	33
Figura 24 Componentes do projecto de iluminação nos edifícios (Adaptado de (Santos, 2007)). ...	33
Figura 25 Eficiência e potência das lâmpadas (Adaptado de (Fiorini, 2006)).	35
Figura 26 Temperatura, Vida útil e Fluxo luminoso das lâmpadas (Adaptado de (Fiorini, 2006)). ..	35
Figura 27 Representação gráfica de algumas curvas de distribuição luminosa (Fiorini, 2006).	36
Figura 28 Acidentes/performance visual em função dos níveis de iluminância (Philips, 2001).	37
Figura 29 Cansaço visual/Redução de erros em função dos níveis de iluminância (Philips, 2001). .	38
Figura 30 Hierarquia dos documentos que regem a iluminação (de autor).	41
Figura 31 Trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente envolvente (Cabirol et al., 1986). 45	
Figura 32 Valores de PPD em função dos valores de PMV (Adaptado da Norma ISO 7730:2005). .50	
Figura 33 Medidas de controlo do ambiente térmico (Adaptado de (CTCOR, 2001)).	52
Figura 34 Hierarquia dos documentos que regem o Ambiente Térmico (de autor).	54
Figura 35 Pirâmide das necessidades (Adaptado de (Pinto et al., 2006)).	55
Figura 36 Variáveis intrínsecas e extrínsecas ao indivíduo (OSRAM, 2010).	56

Figura 37 Indivíduo – ambiente - medicamentos (OIT, 2003).....	57
Figura 38 Relação: Variáveis extrínsecas e intrínsecas, TR e Acidentes de Trabalho (de autor).	59
Figura 39 Medição do T R: a) Indivíduo em repouso b) Resposta ao estímulo (Lima et al., 2004). 61	
Figura 40 Nº respostas correctas ao longo das séries e em de cada série (Ribeiro et al., 2005)....	63
Figura 41 Nº de respostas correctas em função dos tempos de latência (Ribeiro et al., 2005)	64
Figura 42 Sonómetro CEL – 573.C1, da classe 1 (Adaptado de (MRA, 2011)).	65
Figura 43. Luxímetro Gossen: Modelo MAVOLUX 5032C/B USB (Guedes, 2010).....	66
Figura 44 Babuc A-BSA 10 e respectivas sondas (Adaptado de (Labcon, 2011)).	66
Figura 45 Equipamento “Reage”: a) Leds; b) Botões; c) Escolha do programa (de autor).	67
Figura 46 Exemplo da medição do TR (de autor).	68
Figura 47 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 19 de Abril de 2010	70
Figura 48 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 20 de Abril de 2010	70
Figura 49 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 21 de Abril de 2010.	71
Figura 50 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 22 de Abril de 2010.	71
Figura 51 Leq médio para cada frequência relativos ao dia 23 de Abril de 2010.....	72
Figura 52 Média do Leqmédio para cada frequência e para os diferentes dias de medição.	72
Figura 53 Nível Pressão Sonoro Contínuo Equivalente e Nível de Exposição diária.....	74
Figura 54 Evolução temporal do LAeq (dB (A)) para o dia 20 de Abril.	75
Figura 55 Evolução temporal do LAeq (dB (A)) para o dia 20 de Abril - frequência de 63 Hz.	76
Figura 56 Variação da Iluminância Tapete 2 PT1.	77
Figura 57 Variação da Iluminância Tapete 1 PT1.	77
Figura 58 Variação da Iluminância Tapete 3 PT1.	77
Figura 59 Variação da Iluminância Tapete 2 PT2.	77
Figura 60 Variação da Iluminância Tapete 4 PT1.	78
Figura 61 Variação da Iluminância Tapete 3 PT2.	78
Figura 62 Variação da Iluminância Tapete 5 PT1.	78
Figura 63 Variação da Iluminância Tapete 4 PT2.	78
Figura 64 Variação da Iluminância Tapete 5 PT2.	78
Figura 65 Variação da Iluminância Tapete 6 PT1.	78
Figura 66 Variação da Iluminância Tapete 6 PT2.	79
Figura 67 Variação da Iluminância Tapete 7 PT1.	79
Figura 68 Variação da Iluminância Tapete 8 PT1.	79
Figura 69 Variação da Iluminância Tapete 7 PT2.	79
Figura 70 Variação da Iluminância Tapete 8 PT2.	79
Figura 71 Variação da Iluminância Tapete 9 PT1.	79
Figura 72 Variação da Iluminância Tapete 10 PT1.	80
Figura 73 Variação da Iluminância Tapete 9 PT2.	80
Figura 74 Variação da Iluminância Tapete 10 PT2.	80
Figura 75 Variação da Temperatura do ar ao longo do dia e da semana.	84

Figura 76 Variação da Temperatura de Globo ao longo do dia e da semana.	84
Figura 77 Variação da Humidade relativa ao longo do dia e da semana.	85
Figura 78 Variação da velocidade do ar ao longo do dia e da semana.	86
Figura 79 Variação do índice WBGT interior ao longo do dia e da semana.	87
Figura 80 Variação do PMV ao longo do dia e da semana.	88
Figura 81 Variação do PPD ao longo do dia e da semana.	89
Figura 82 Variação do parâmetro Temperatura do ar e o índice PMV ao longo do dia.	89
Figura 83 Variação do parâmetro Temperatura do ar e o índice PPD ao longo do dia.	90
Figura 84 Variação do parâmetro Temperatura de globo e o índice PMV ao longo do dia.	90
Figura 85 Variação do parâmetro Temperatura de globo e o índice PPD ao longo do dia.	91
Figura 86 Variação do parâmetro Humidade Relativa e o índice PMV ao longo do dia.	91
Figura 87 Variação do parâmetro Humidade relativa e o índice PPD ao longo do dia.	92
Figura 88 Variação do parâmetro Velocidade do ar e o índice PMV ao longo do dia.	93
Figura 89 Variação do parâmetro Velocidade do ar e o índice PPD ao longo do dia.	93
Figura 90 Exemplo da apresentação dos dados recolhidos pelo equipamento Reage.	96
Figura 91 Dados de TR: trabalhador do Tapete 1 Posto de Trabalho 1.	97
Figura 92 Dados de TR: trabalhador do Tapete 2 Posto de Trabalho 2.	98
Figura 93 Dados de TR: Trabalhador do Tapete 2 Posto de Trabalho 2.	98
Figura 94 Dados de TR: trabalhador do Tapete 3 Posto de Trabalho 1.	99
Figura 95 Dados de TR: trabalhador do Tapete 4 Posto de Trabalho 2.	99
Figura 96 Dados de TR: trabalhador do Tapete 5 Posto de Trabalho 2.	100
Figura 97 Dados de TR: trabalhador do Tapete 6 Posto de Trabalho 1.	100
Figura 98 Dados de TR: trabalhador do Tapete 7 Posto de Trabalho 1.	101
Figura 99 Dados de TR: trabalhador do Tapete 8 Posto de Trabalho 1.	101
Figura 100 Dados de TR: trabalhador do Tapete 8 Posto de Trabalho 2.	102
Figura 101 Dados de TR: trabalhador do Tapete 9 Posto de Trabalho 1.	102
Figura 102 Dados de TR: trabalhador do Tapete 9 Posto de Trabalho 2.	103
Figura 103 Dados de TR: trabalhador do Tapete 10 Posto de Trabalho 1.	103
Figura 104 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 1 Posto Trabalho 1.	105
Figura 105 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 2 Posto Trabalho 1.	106
Figura 106 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 2 Posto Trabalho 2.	106
Figura 107 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 3 Posto Trabalho 1.	107
Figura 108 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 4 Posto Trabalho 2.	107
Figura 109 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 5 Posto Trabalho 2.	108
Figura 110 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 7 Posto Trabalho 1.	108
Figura 111 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 9 Posto Trabalho 1.	109
Figura 112 Dados TR horas extras: o trabalhador Tapete 10 Posto Trabalho 1.	109
Figura 113 Folha de Registo individual.	119
Figura 114 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete1 Posto Trabalho1.	121

Figura 115 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete2 Posto Trabalho1	121
Figura 116 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete2 Posto Trabalho2	122
Figura 117 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete3 Posto Trabalho1	122
Figura 118 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete4 Posto Trabalho2	123
Figura 119 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete5 Posto Trabalho2	123
Figura 120 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete6 Posto Trabalho1	124
Figura 121 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete7 Posto Trabalho1	124
Figura 122 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete8 Posto Trabalho1	125
Figura 123 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete8 Posto Trabalho2	125
Figura 124 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete9 Posto Trabalho1	126
Figura 125 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete9 Posto Trabalho2	126
Figura 126 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete10 Posto Trabalho1	127
Figura 127 Estatística dos acidentes de trabalho mortais durante o ano de 2007	129

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Nº acidentes, doenças mortais e não mortais relacionados com o trabalho (OIT, 2010). .	1
Tabela 2 Parâmetros que caracterizam a Cork Supply enquanto estabelecimento industrial.	9
Tabela 3 Tipos de campo sonoro e respectiva descrição (adaptado (Miguel, 2007)).	15
Tabela 4 Nível Pressão Sonoro Contínuo Equivalente em função da actividade (OSHA, 2000).	17
Tabela 5 Risco de perda de audição em valores percentuais (Torres & Gama, 2005).	19
Tabela 6 Exposição a riscos de natureza física/química (OSHA, 2000).	24
Tabela 7. Valores limites de exposição.	26
Tabela 8 Classificação das luminárias (Adaptado de (Miguel, 2007)).	36
Tabela 9 Níveis de Iluminância de acordo com a actividade (Miguel, 2007)	40
Tabela 10 Taxa de Metabolismo para o homem padrão (Macedo, 2004)	44
Tabela 11 Proporção, em percentagem, das trocas térmicas (Adaptado de (Gomes, 1962)).	45
Tabela 12 Valores climáticos adequados aos vários tipos de trabalho (CTCOR, 2001).	47
Tabela 13 Valores Referência para o WBGT (Norma ISO 7243:1989)	48
Tabela 14 Níveis de sensação térmica (Norma ISO 7730:2005).	49
Tabela 15 Balização dos parâmetros usados no cálculo do PMV (Norma ISO 7730:2005).	50
Tabela 16. Efeitos do abuso de substâncias no local de trabalho (OIT, 2003).	57
Tabela 17 Sonómetro: definição de parâmetros (Adaptado de (Castelo Branco da Silva, 2009)) ...	65
Tabela 18. Descrição dos programas que constituem o "Reage"(de autor).	68
Tabela 19 Valores médios de Leq (nível sonoro contínuo equivalente).	69
Tabela 20 Valores de LA _{eq} (dB) e LE _p , 8h (dB) para os 5 dias ininterruptos de medição.	73
Tabela 21 Valores de iluminância superiores ao valor limite recomendado.	81
Tabela 22 Classificação do IMC segundo a WHO.	120
Tabela 23 Absentismo no período entre 2007 a 2010.	128

Nomenclatura

AA	Antes do Almoço
CIE	Comission Internationale d' Éclairage
CTCOR	Centro Tecnológico da Cortiça
DA	Depois do Almoço
FT	Fim de Tarde
IM	Início da Manhã
IN	Início de Noite
N	Noite
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PMV	Predicted Mean Vote.
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied
PT	Posto de Trabalho
TR	Tempo de Reacção
TRS	Tempo de Reacção Simples
WHO	World Health Organization

1 INTRODUÇÃO

Na actual sociedade laboral, o bem-estar e o zelo pela saúde dos trabalhadores têm-se revelado um aspecto de suma importância e de aplicação legal obrigatória, conforme disposto no nº 1 do artigo nº 75 da Lei nº 102/2009 que regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho:

"A empresa ou estabelecimento, qualquer que seja a modalidade do serviço de segurança e saúde no trabalho, deve ter uma estrutura interna que assegure as actividades de primeiros socorros, de combate a incêndios e de evacuação das instalações..."

Segundo a OIT (2010) no decorrer das últimas décadas, progressos tecnológicos aliados a uma rápida globalização, desencadearam importantes transformações ao nível dos postos de trabalho no mundo inteiro.

"Estas mudanças tiveram repercussões visíveis na Segurança e na Saúde no Trabalho (SST). Em certos casos, os perigos e os riscos mais tradicionais regrediram ou foram eliminados, muito em parte, graças à automatização das instalações" (OIT, 2010).

No final do século XVIII início do século XIX, ficaram para trás condições de trabalho precárias em que as doenças, algumas infecto-contagiosas, e os acidentes eram numerosos e cuja jornada de trabalho chegava a somar dezasseis horas diárias. Confinados a um ambiente fechado, os trabalhadores ficavam abertamente expostos a riscos provenientes, por exemplo, de máquinas que não exibiam qualquer protecção (Paixão et al., 2009).

É neste período que surge a "Revolução industrial" (1760-1850) e com esta, a mudança das condições de vida social e de trabalho que se estendem e reciclam até os nossos dias (Paixão et al., 2009).

Não obstante e de acordo com a OIT 2010, o número de acidentes e doenças mortais relacionadas com o trabalho continua a ser inadmissível - Tabela 1.

Tabela 1 Nº acidentes, doenças mortais e não mortais relacionados com o trabalho (OIT, 2010).

Ano	Acidentes que causam > 4 dias de baixa	Acidentes mortais Relacionados com o trabalho	Doenças mortais Relacionadas com o trabalho	Número total de acidentes e doenças mortais
2001	268 Milhões	351 000	2.03 Milhões	2.38 Milhões
2003	337 Milhões	358 000	1.95 Milhões	2.31 Milhões

Para amenizar e combater este flagelo, é necessário conhecer os factores que estão na sua origem. É nesta perspectiva que se concentra o cerne deste estudo, isto é, até que ponto o Tempo de Reacção (TR) de um indivíduo pode ser significativamente afectado pelas *Variáveis Extrínsecas* (*ruído, iluminação e ambiente térmico*) e *Variáveis Intrínsecas* (*hábitos alimentares, horas de sono, estado de saúde, idade, etc*), ao longo do dia e de uma semana de trabalho e como consequência contribuir para a ocorrência de acidentes.

Posto isto e com o intuito de corroborar esta teoria, foram realizadas medições de *ruído, iluminação e ambiente térmico* numa empresa de produção de rolhas de cortiça natural mais especificamente na secção *Escolha Manual de Rolhas*.

A selecção da empresa e da secção em questão deveu-se ao facto do posto de trabalho em análise, repetitivo e monótono, exigir aos trabalhadores um elevado nível de concentração e perícia. O esforço intelectual e visual envolvido na selecção da melhor rolha, rege-se a partir de um modelo ideal de rolha estabelecido pela empresa cliente.

A procura desse padrão tem início nos tapetes de *Seleção Manual de Rolhas*. As trabalhadoras criam uma imagem mental do padrão cuja selecção vai depender, muito em parte, do seu TR que acontece no instante em que a imagem mental se materializa até que se procede à escolha.

Tendo isto em mente, foi submetida a um teste de medição do TR uma amostra de 20 trabalhadores do sexo feminino, pertencentes à secção em estudo. O teste foi realizado com uma frequência de quatro vezes ao longo do dia, a saber:

- ❖ *Início da manhã (IM);*
- ❖ *Antes do almoço (AA);*
- ❖ *Depois do almoço (DA);*
- ❖ *Fim de tarde (FT);*

durante 10 dias úteis (primeira e segunda semanas de medição).

Refere-se ainda que foram efectuadas medições do TR correspondentes ao período:

- ❖ *Início de Noite (IN);*
- ❖ *Noite (N);*

relativas apenas à segunda semana de medições (horas extras).

Os trabalhadores foram ainda sujeitos a inquéritos individuais (consultar ANEXO A) quanto a hábitos alimentares (ingestão de álcool, cafeína), higiene do sono (nº de horas de sono diárias) e estado de saúde (doenças, ingestão de medicamentos, prática de desporto), *Variáveis Intrínsecas* que podem afectar o TR.

Neste sentido, foram ainda recolhidos:

- ❖ Dados antropométricos (peso, altura);
- ❖ Informações relativas a dados pessoais (nome, idade, posto de trabalho, género);

A partir dos dados antropométricos foi ainda possível estimar o IMC (Índice de Massa Corporal).

Ainda e com vista a estudar a evolução do TR ao longo do dia e da semana, foi estabelecido um objectivo adicional que consistiu na atribuição de um prémio final, apenas, na segunda semana de medição, a quem apresentasse valores de TR mais baixos. A primeira semana de medições não foi alvo de qualquer tipo incentivo. O propósito desta iniciativa resumiu-se a compreender o comportamento dos indivíduos face a uma recompensa- *Teoria da expectativa*- e verificar se o TR diminui significativamente ou permanece inalterado da primeira para a segunda semana.

Quanto à escolha da periodicidade das medições (*IM, AA, DA, FT, IN, N*), esta baseou-se no estudo liderado por um grupo de investigadores, de várias áreas, cujo objectivo primário consistiu em " Descrever os cenários das lesões de acidentes de trabalho na indústria madeireira" (Vidal de Souza et al., 2002).

Após várias considerações o grupo chegou à conclusão que existem períodos do dia em que a propensão para a ocorrência de acidentes é maior: "*Nove em cada dez acidentes ocorreram durante o período diurno, quando estava presente a maioria dos trabalhadores e quando ocorre o pico das actividades nessas indústrias. Dos acidentes registados entre as 8h e 18h observou-se o aumento de frequência ao final de cada período (manhã e tarde). Essa constatação indica que o cansaço, a desconcentração, o tipo de actividade ou algum outro motivo relacionado às horas trabalhadas pode propiciar a ocorrência do acidente...a queda do número de acidentes entre as 12h e as 14h corresponde ao intervalo para refeições, quando o número de trabalhadores em actividade diminui significativamente.*" (Vidal de Souza et al., 2002).

As figuras 1 e 2 descrevem as conclusões mencionadas anteriormente.

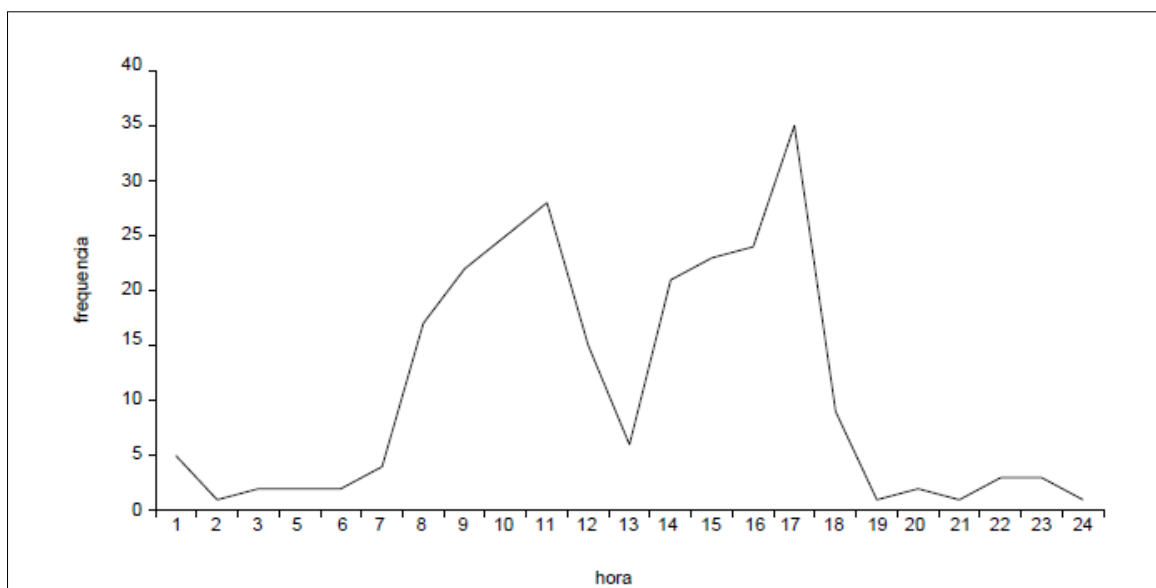


Figura 1. Acidentes de trabalho na indústria de madeira (Vidal de Souza et al., 2002).

Segundo Vidal de Souza et al. (2002) verifica-se, com base na Figura 1 que 89% dos acidentes ocorreram entre as 8h e as 18h e entre as 19h e as 7h tiveram lugar apenas 11% dos acidentes. Todavia para o intervalo de tempo entre as 10h e as 11h e entre as 16h e as 17h registam-se picos com 21% e 22% dos casos, respectivamente.

"A maior deflexão ocorreu entre as 12h e as 13h, quando se registou 9% de ocorrência dos acidentes"

No que diz respeito à Figura 2 e de acordo com Vidal de Souza et al. (2002), *"a quantidade de horas trabalhadas até a ocorrência do acidente variou entre a 1h e as 15h. Durante as primeiras três horas de trabalho registou-se a maior concentração dos acidentes, 43% do total. Na primeira hora ocorreram 14% do total de acidentes. A soma das primeiras oito horas resultou em 95% dos acidentes."*

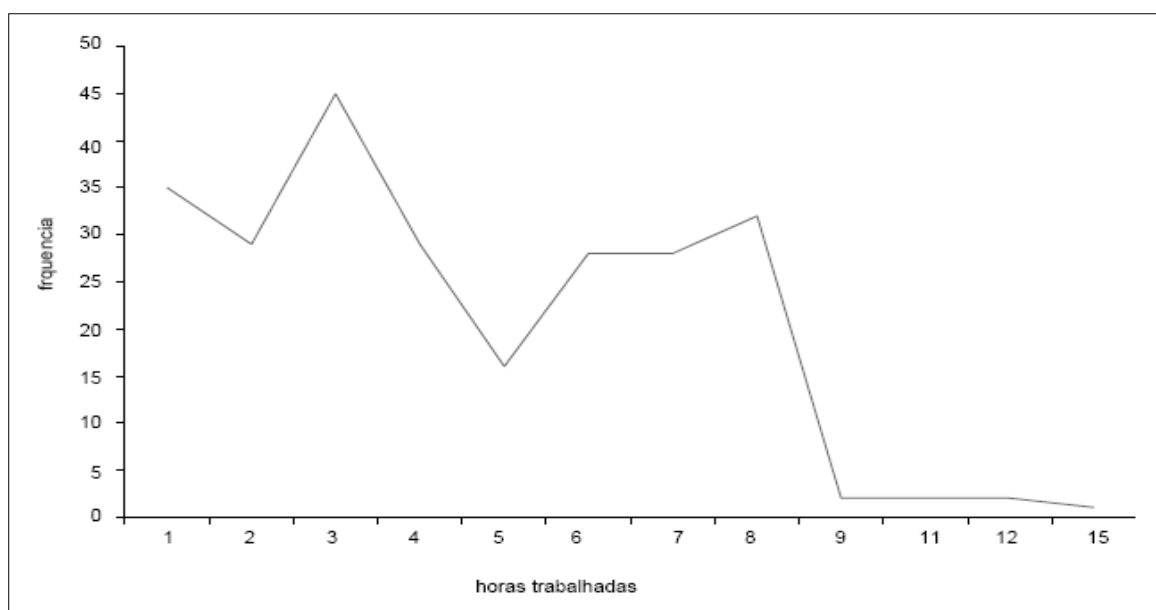


Figura 2. Horas trabalhadas até a ocorrência do acidente (Vidal de Souza et al., 2002).

2 OBJECTIVOS E METODOLOGIA

2.1 Objectivos da Tese

Este estudo pressegue dois objectivos pertinentes:

- 1) Verificar se as *Variáveis Extrínsecas e Intrínsecas* afectam o TR dos trabalhadores originando acidentes de trabalho;
- 2) Averiguar se a Teoria da Expectativa, defendida por Victor Vroom, se cumpre nos indivíduos que participaram neste estudo.

2.2 Metodologia de Desenvolvimento

2.2.1 Caracterização do Posto de Trabalho

❖ Escolha Manual de Rolhas

No que diz respeito a este Posto de Trabalho (PT), as tarefas são executadas na posição sentado utilizando apenas os membros superiores (mãos e braços) como ferramenta de trabalho. Enquanto tarefa minuciosa, este PT exige por parte do trabalhador um esforço intelectual, visual e de concentração mais elevado em contraste com os PT's vizinhos. A Figura 3 descreve o funcionamento do PT em pormenor.

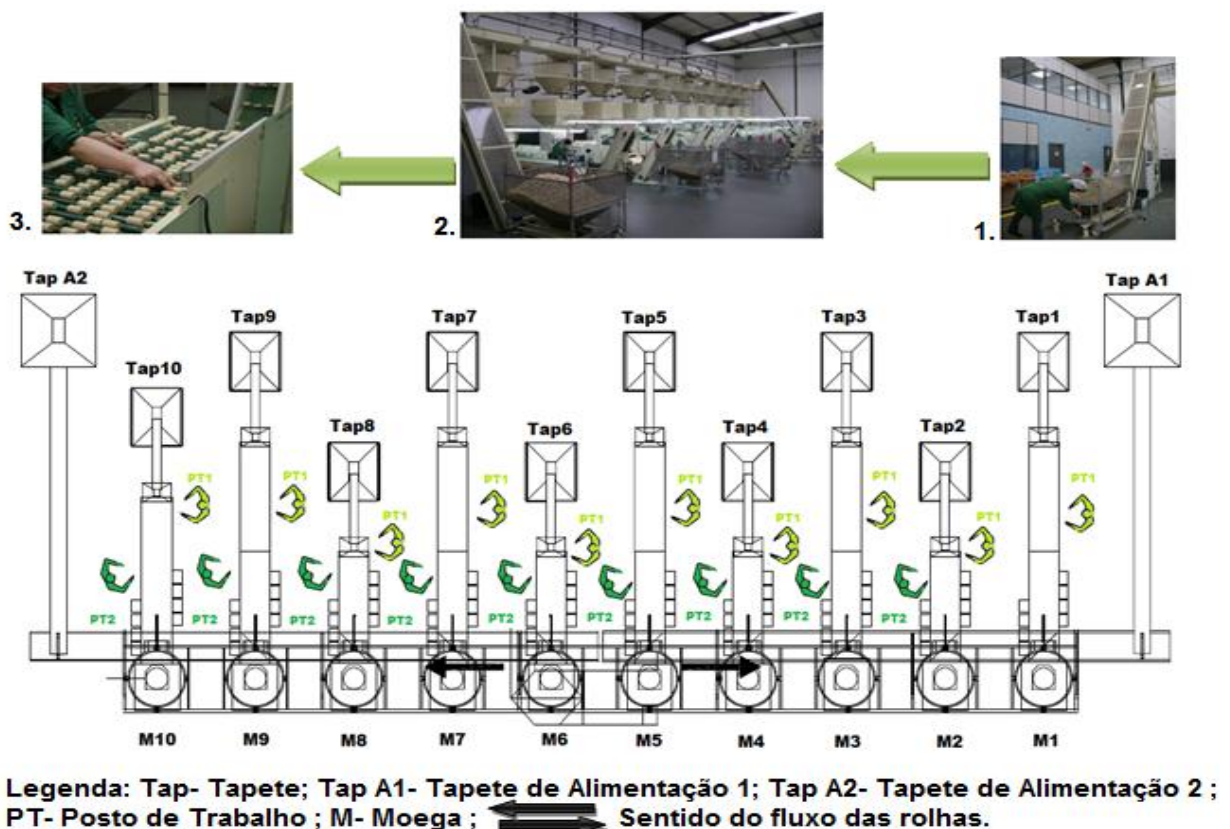


Figura 3. Escolha Manual: 1.Tapete Alimentação 1; 2.Panorâmica PT; 3. Tapete Escolha.

As rolhas, acondicionadas nos cestos de metal, alimentam os *Tapetes de Alimentação 1 e 2* que as transportam até às Moegas M1a M5 e M10 a M6, respectivamente.

As rolhas ficam retidas nas Moegas que funcionam como silos de armazenamento até que seja dada ordem da sua abertura e as rolhas recolhidas pelos tapetes correspondentes.

Nos tapetes de escolha as rolhas são separadas segundo o seu aspecto visual o qual obedece a diferentes designações: *Bicho; Ano Sêco; Fendas críticas e menores; Caleiras; Mancha amarela; Verde e Repasse.*

2.2.2 Selecção do Local de Medição

❖ *Variáveis: Ruído e Ambiente Térmico*

O local de medição seleccionado situa-se no interior do *Pavilhão 5* entre o *Tapete de Alimentação 1* e o *Tapete de Escolha Manual 1*. A Figura 4 mostra em pormenor a localização exacta dos equipamentos.

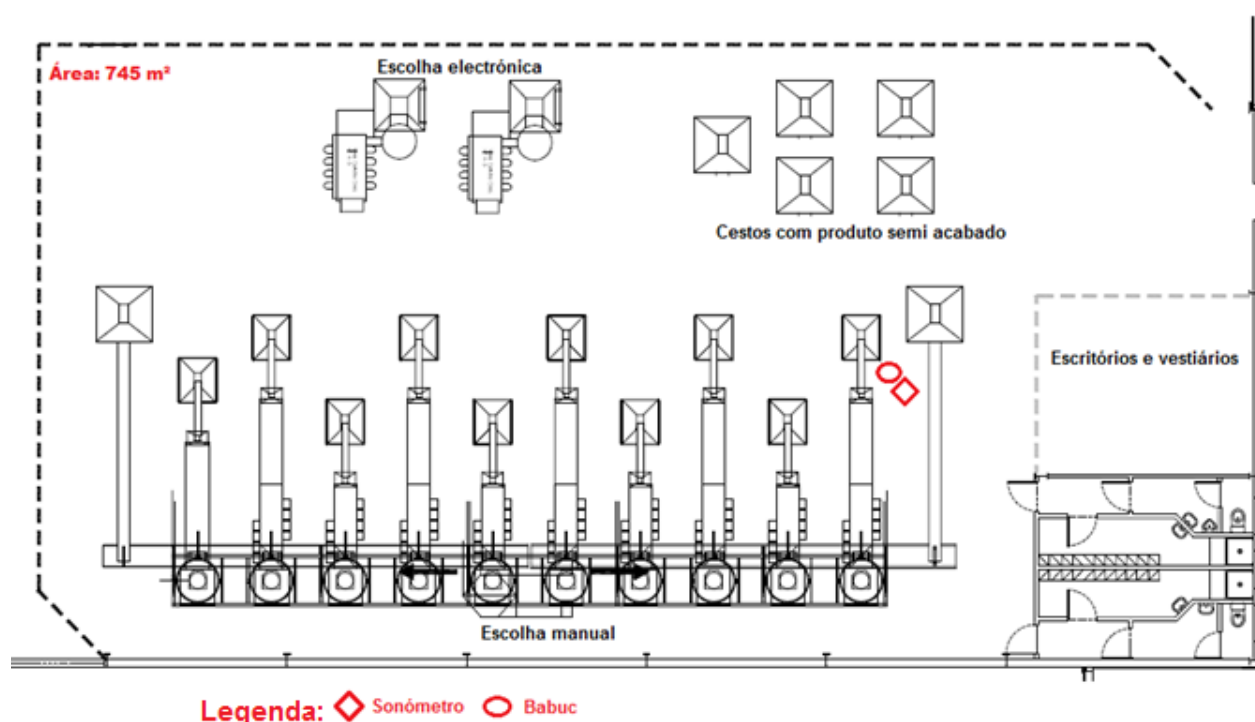


Figura 4 Localização específica do Sonómetro e Babuc.

A escolha da localização baseou-se em dois factores:

- 1) *Evolução do TR ao longo do dia na totalidade do recinto.* Visto que um dos objectivos deste estudo centra-se na análise do TR sob a influência de três variáveis distintas (ruído, iluminação e ambiente térmico), mostra-se importante a análise da evolução do TR ao longo do dia na totalidade do recinto e não apenas no PT em análise.
- 2) *Evitar reverberações.*¹ Fixou-se, para isso, o sonómetro² longe de qualquer obstáculo, por exemplo paredes que pudessem causar este fenómeno. No que se refere ao Babuc³, o critério de escolha do local prendeu-se com a uniformização de resultados e neste sentido

¹ Persistência de um som audível, depois da cessão do som directo da fonte produtora.

² Equipamento utilizado na medição do ruído.

³ Estação Microclimática utilizada na medição do ambiente térmico.

a obtenção dos dados relativos ao ambiente térmico foi feita tendo por base o mesmo local onde as medições de ruído tiveram lugar.

❖ *Variável: Iluminação*

Como a iluminação varia de PT em PT a sua análise não pode ser estudada na globalidade.

Uma vez que a iluminância é uma medida do fluxo luminoso por unidade de superfície, as medições foram efectuadas com o luxímetro sobre o plano de trabalho. O sistema de iluminação presente é do tipo iluminação localizada.

❖ *Variável: Tempo de Reacção*

As medições tiveram lugar fora do PT numa sala arejada porém não isolada do ruído. Os trabalhadores foram submetidos ao teste relativo ao TR, na posição de pé e numa mesa de trabalho limpa e desobstruída.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 Função Actividade Económica

De acordo com o artigo 4.º e o Anexo I do Decreto – Lei nº 209/2008 de 29 de Outubro o qual estabelece o regime de exercício da actividade industrial (REAI) conclui-se segundo a Tabela 2 que a Cork Supply insere-se no estabelecimento industrial do Tipo 2.

Tabela 2 Parâmetros que caracterizam a Cork Supply enquanto estabelecimento industrial.

Empresa: Cork Supply	
Estabelecimento Industrial	Tipo 2
Grupo	162
Classe	1621
Subclasse	16294
Secção	C
Divisão	16- Indústria da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário; fabricação de obras de cestaria e espartaria

A designação de estabelecimento Tipo 2 é-lhe atribuída uma vez que preenche o critério exposto na alínea c) do ponto 3 do mesmo artigo:

“c) Número de trabalhadores superior a 15”

Actualmente, na Cork Supply encontra-se a trabalhar um total de 140 pessoas, 15% das quais se dedicam exclusivamente às actividades de Controlo de Qualidade, Investigação e Desenvolvimento. Como se trata de um estabelecimento que apresenta um menor grau de risco, na fase de pedido de licenciamento, aplica-se um procedimento de declaração prévia que culmina na emissão de um título de exploração. Este título é subdividido em duas classes, A e B, em função do número de trabalhadores, da potência térmica e da potência eléctrica contratada.

3.2 O negócio

O uso de rolhas de cortiça natural como vedante de garrafas de vinho é secular. As vantagens técnicas deste produto são mundialmente reconhecidas.

Após uma década, a Cork Supply Portugal é a primeira empresa portuguesa a exportar rolhas naturais para os EUA com uma quota de 30% nesse mercado. É a 14ª empresa portuguesa que mais exporta para os EUA, num total de 2625 empresas, e é a 3ª maior empresa portuguesa exportadora de rolhas naturais. Actualmente, factura 34 milhões de euros, dos quais 95% correspondem a exportações.

A indústria corticeira tem trabalhado arduamente nos últimos 10 a 15 anos na implementação de métodos e de práticas que permitam reduzir o risco de desvios sensoriais em vinhos engarrafados devido à rolha de cortiça. Na generalidade houve melhorias extraordinárias no sector, mas continua a busca permanente de novos métodos com vista à melhoria da qualidade do produto.

O processo de extracção, INNOCORK, foi um processo desenvolvido em parceria com o Instituto Superior Técnico na procura do reforço do reconhecimento da qualidade sensorial das rolhas, fornecidas pelo Grupo Cork Supply.

Este processo está intimamente ligado à Visão do Grupo Cork Supply - “*Redefinir a Qualidade*” - e surge na sequência da estratégia de fornecimento de rolhas de cortiça do mais elevado padrão de qualidade.

3.3 Localização da Empresa

❖ S. Paio Oleiros - Unidade de Fabrico (CSP1)

Dedica-se à produção de rolhas naturais e produz para todas as caves do mundo. Tem uma capacidade de produção de 700 milhões de rolhas por ano.

❖ Rio Meão – Unidade Acabamento (CSP2)

Marcação, tratamento de superfície, embalagem e controlo de qualidade das rolhas destinadas a todas as caves e adegas da Europa.

❖ Montijo – Unidade Preparação (CSP3)

Prepara a cortiça proveniente dos produtores florestais utilizando as mais modernas tecnologias de cozedura.

3.4 Processo Produtivo



Figura 5 Etapas do Processo Produtivo.

1. Provenientes do Montijo, as pranchas previamente, *cozidas e estabilizadas (por um período de 3 semanas)*, passam pela primeira etapa do processo produtivo- a rabaneação;
2. As pranchas de cortiça são cortadas transversalmente sobre toda a espessura, em tiras com uma largura ligeiramente superior ao comprimento da rolha a fabricar;
3. A perfuração das tiras de cortiça é ajustada às especificações normativas e as rolhas resultantes separadas de forma electrónica segundo aspecto e defeitos;
4. Ajustamento das rolhas brocadas às especificações normativas (diâmetro, espessura). Separação electrónica segundo o aspecto e defeitos;
5. As rolhas recebem um banho visando a desinfecção, o branqueamento, a eliminação de poeiras e polifenóis;
6. Nesta etapa as rolhas são introduzidas numa estufa a 40°C onde terá lugar a secagem;

7. Tecnologia desenvolvida e patenteada pela Cork Supply que reduz de forma significativa aromas potencialmente ofensivos, como é o caso do TCA (tricloroanisol), o comumente chamado "*gosto a rolha*";
8. Trata-se da operação do processo produtivo que visa a redução de pó superficial antes de se iniciar as operações de acabamento;
9. Operação realizada de acordo com as indicações do cliente para o tipo de marca a aplicar. A impressão é feita a tinta ou a fogo;
10. O acabamento da rolha é concluído com a aplicação de óleos e ceras com funções impermeabilizantes para facilitar quer a sua introdução na garrafa quer a sua posterior extracção da garrafa;
11. As rolhas são embaladas em sacos de polietileno, sob vácuo e com injeção posterior de dose de sulfuroso, gás inibidor do desenvolvimento microbiológico, e são então transportadas para os engarrafadores.

3.5 Produto Final

Cada lote de cortiça tem a sua rentabilidade, à Cork Supply interessa a qualidade do produto que sai. Ter rolhas de *primeira* seria o ideal mas quando se compra um lote de cortiça não se sabe quantas rolhas vão sair de cada tipo. Da produção de rolhas, resultam várias classes de rolhas, as quais em função do seu acabamento final se agrupam em:

- ❖ *Rolhas Naturais*: Maturação de vinhos de qualidade e consumo rápido;
- ❖ *Rolhas Naturais Colmatadas*: Selagem dos poros da rolha para reaproveitamento das mesmas;
- ❖ *Rolhas Técnicas Tipo 1+1*: Vinhos a serem consumidos num período de 2 a 4 anos.

Esta diversidade de classes deve-se ao facto da cortiça não ser homogénea, produzindo-se assim rolhas de boa qualidade e outras de qualidade inferior.

3.6 Mercado Alvo

A Cork Supply funciona como "*business to business*", ou seja os clientes são igualmente empresas que não são os consumidores finais do produto, não esquecendo que, na prática, quem consome o vinho é quem realmente "*consome a rolha*". Contudo, existe igualmente um outro tipo de clientes, os distribuidores. Apesar de estes serem efectivamente os compradores do produto é preciso não esquecer que a reputação que a rolha de cortiça granjeia entre os consumidores de vinho não tem sido a melhor, pelo que este será igualmente um alvo a sensibilizar. O conhecimento das necessidades do cliente é uma prioridade para a Cork Supply.

Actualmente, a Cork Supply Portugal vende cerca de 70% para empresas do Grupo e o restante para caves nos mercados europeus e argentino. Continua com uma forte dependência do Grupo que pretende reduzir nos próximos cinco anos.

4 ESTADO DA ARTE

4.1 Ruído

4.1.1 Propriedades Físicas do Som vs Fenómeno da Audição

As ondas sonoras são ondas longitudinais resultantes de vibrações mecânicas do ar a frequências passíveis de serem reconhecidas pelo ouvido humano e cuja velocidade de propagação depende das propriedades do meio que atravessa. No ar, o som propaga-se aproximadamente a uma velocidade de 340 m/s, ao passo que em meios sólidos e líquidos a velocidade é consideravelmente superior – 1500m/s na água e 5000 m/s no alumínio (Serway & Jewett, 2004) e (Arezes, 2002).

Ao longo do percurso as ondas sonoras experimentam fenómenos tais como:

- ❖ *Reflexão* - ocorre se durante a sua trajectória as ondas encontram um obstáculo;
- ❖ *Refracção* - acontece quando as ondas atravessam camadas de diferentes densidades;
- ❖ *Interferência* - origina-se da sobreposição de duas ou mais ondas no mesmo ponto;
- ❖ *Difracção* - resulta do desvio das ondas sonoras quando, durante o seu percurso, estas encontram um orifício ou um obstáculo (ISEL, 2008).

A propagação das ondas sonoras tem início na fonte e é acompanhada por deslocamentos longitudinais de pequenas partículas de ar próximas, a partir das suas posições de equilíbrio, transmitindo-se este movimento às partículas de ar seguintes à medida que se afasta da fonte, como se de um “efeito dominó” se tratasse (Serway & Jewett, 2004), (Abelenda, 2006) e (Arezes, 2002).

O número de deslocamentos longitudinais ou períodos por segundo (hertz) define a frequência ou altura do som – Equação 1:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

em que:

f- é a frequência em Hertz;

T- é o período em segundos.

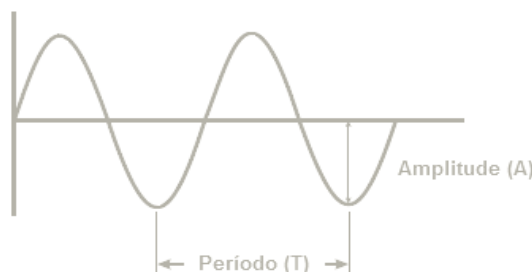


Figura 6 Representação gráfica do movimento de uma onda (adaptado (NIOSH, 2009)).

Antecedida pelos infra-sons e imediatamente precedida pelos ultra-sons, situa-se a gama audível [20 Hz; 20000 Hz]. Esta encontra-se dividida em 10 grupos de frequências denominados por oitavas que, por seu turno, subdividem-se em 3 grupos de terços de oitava.

A faixa de *baixa frequência* abrange as 4 oitavas de menor frequência [31, 5 Hz; 125 Hz]; enquanto a faixa de *frequências médias* engloba as 3 frequências centrais [500 Hz; 2000 Hz]; já à faixa de *altas frequências* pertencem as três oitavas de maior frequência [4000 Hz; 16000 Hz] (Arezes, 2002), (Miguel, 2007) e (Fernandes, 2010).

Embora a capacidade de percepção do ouvido humano abranja esta gama na sua globalidade, este é mais sensível na gama de frequências entre os [1000 Hz; 5000 Hz], pelo que um indivíduo exposto a 90 dB, nesta gama, encontra-se mais susceptível ao risco do que outro nas mesmas circunstâncias, porém, fora desta gama (Abelenda, 2006).

Assim e de acordo com a Figura 7 o fenómeno da audição ocorre da seguinte forma:

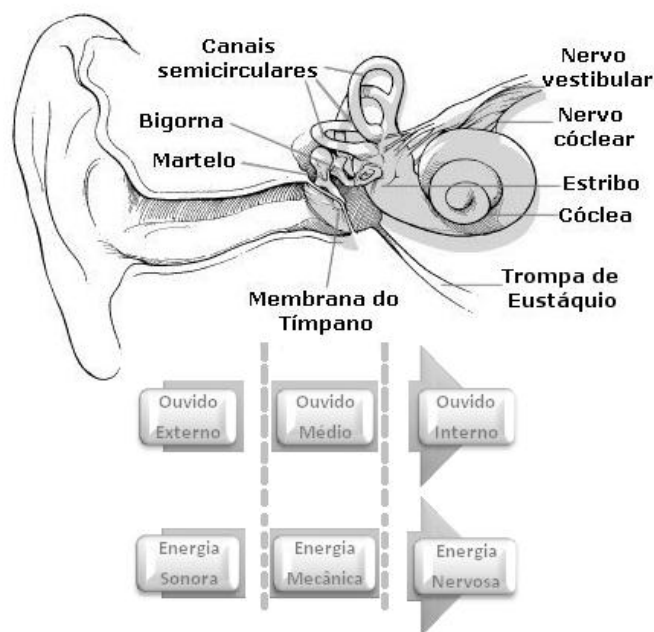


Figura 7 Anatomia do ouvido humano vs fenómeno da audição (adaptado de Arezes (2002)).

As ondas que chegam ao ouvido externo, sob a forma de energia sonora, são convertidas em energia mecânica, pelo ouvido médio, e em energia nervosa, pelo ouvido interno gerando-se, por sua vez, impulsos eléctricos; impulsos, esses, que ao serem transmitidos ao cérebro, estimulam-no a interpretá-los como sons (Abelenda, 2006).

No entanto quando a intensidade das ondas sonoras extrapolam o limite admissível tolerado pelo ouvido humano, o som transforma-se inevitavelmente em ruído.

4.1.2 Ruído e Tipos de Ruído

Resultante de vibrações mecânicas irregulares, o ruído é essencialmente um som desagradável que provoca uma sensação auditiva desconfortável, e cujo grau de intolerância pode variar de pessoa para pessoa sendo em alguns casos a causa de fadiga geral, e no limite pode ser responsável por trauma auditivo e alterações fisiológicas extra auditivas (ISEL, 2008) e (Miguel, 2007).

O ruído é ainda definido pelo seu *espectro de frequências*, pelas *variações de nível em função do tempo* e pelas *propriedades do campo sonoro* (Arezes, 2002).

Ao espectro é atribuída a característica de *contínuo* - a energia sonora estende-se por uma grande parte das frequências audíveis - com *poucos sons audíveis* - predomínio de poucas frequências podendo atingir os sons puros - ou de *altas ou baixas frequências* (Mamoré et al., 2010).

Em função do tempo o ruído pode classificar-se como:

- ❖ *Estacionário ou uniforme*: durante o período de observação verificam-se oscilações mínimas de nível;

- ❖ *Não estacionário*: variações significativas de nível ocorrem durante o período de observação.

Este último, por sua vez, pode ser dividido em:

- *Ruído Flutuante ou Contínuo*

O nível de pressão sonora contínuo equivalente, LAeq (dB (A)), mantém-se praticamente inalterado durante toda a jornada de trabalho, isto é, não apresenta picos de energia acústica para períodos de observação inferiores a 1 segundo. O ruído no interior de uma fábrica de fiação assume-se como um exemplo de ruído flutuante ou contínuo (Arezes, 2002).

- *Ruído Intermitente*

São ruídos com as mesmas características do ruído flutuante ou contínuo, contudo o LAeq (dB (A)) desce abruptamente para o nível de ruído de fundo várias vezes durante o período de observação, permanecendo inalterado para um tempo estimado de 1 segundo ou superior. Máquinas que produzem trabalho em ciclos ou o som proveniente da passagem de um veículo, constituem-se, na prática, exemplos deste tipo de ruído (Castelo Branco da Silva, 2009) e (Arezes, 2002).

- *Ruído Impulsivo*

Acontece quando o LAeq (dB (A)) é muito elevado e consiste num ou mais impulsos violentos de energia breves e abruptos (impactos ou explosões) com uma duração igual ou inferior a 1 segundo para intervalos superiores a 1 segundo. Pode considerar-se como exemplo de um ruído impulsivo o batimento de chapas numa oficina de reparação automóvel (Arezes, 2002).

A exposição ao ruído pode ser classificada como contínua ou impulsiva. Na maioria dos locais de trabalho, a exposição consiste, normalmente, na junção de ambos (Arezes, 2002).

Quanto ao campo sonoro este pode ser definido como:

Tabela 3 Tipos de campo sonoro e respectiva descrição (adaptado (Miguel, 2007)).

Campo Sonoro	Definição
<i>Campo livre</i>	Campo sonoro sem reflexões.
<i>Campo reverberante</i>	A emissão de som proveniente da fonte sonora é desprezável para uma porção do campo sonoro.
<i>Campo semi reverberante</i>	<i>Campo sonoro com superfícies moderadamente reflectoras.</i>
<i>Campo divergente hemisfericamente</i>	Campo sonoro de uma fonte omnidireccional, localizada na proximidade de uma superfície reflectora rígida (geralmente o solo).

4.1.3 Nível de Pressão Sonoro e Nível de Pressão Sonoro Contínuo Equivalente

Como já foi mencionado o ouvido humano é um órgão sensível às vibrações sonoras, ou variações de pressão. A intensidade da variação de pressão depende de factores externos, tais como, distância e orientação do receptor, variações de temperatura, localização e exprime-se em Newton por Metro Quadrado (N/m²) ou Pascal (Pa). A pressão sonora, conforme é frequentemente designada, apresenta para o limiar de audibilidade, a 1000 Hz, valores na ordem dos 20 µPa, ao passo que o limiar da dor situa-se à pressão de 100 Pa (Arezes, 2002).

Contudo, quando sujeito a variações de pressão, o ouvido não responde linearmente pelo que as medidas dos parâmetros acústicos são feitas numa escala logarítmica expressa em decibéis (dB) em que, e paralelamente ao que acontece com os valores de pressão, 0 dB correspondem ao Limiar da audição em contraste com valores representativos para o Limiar da dor que se verificam para os 140 dB – Figura 8 (Miguel, 2007).

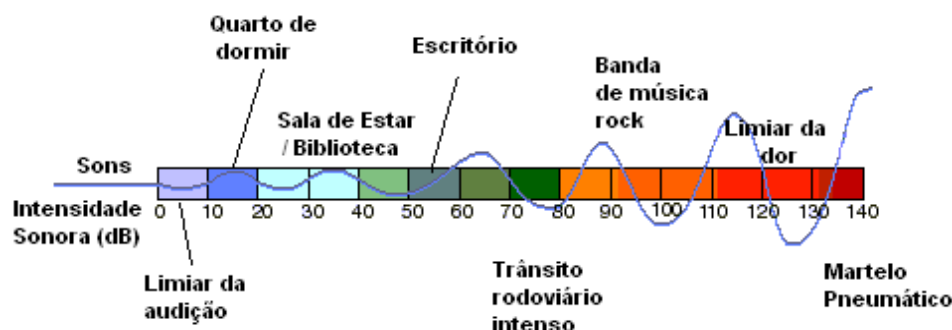


Figura 8 Escala dos valores do Nível de Pressão Sonora (DREC, 2010).

O decibel é a unidade correspondente ao nível de pressão sonora, L_p , e apresenta-se como o logaritmo da razão entre o valor de pressão sonora medido e um valor de referência padrão (Miguel, 2007).

Para um mesmo L_p os sons, provenientes de diferentes frequências, variam e por este motivo existe uma diversidade de filtros normalizados, denominados por filtros de ponderação, a saber, A, B, C, D. Entre estes, o filtro de ponderação A é aquele que verte com maior exactidão a resposta do ouvido humano e é comumente utilizado nas medições de ruído industrial sendo os valores obtidos representados em dB (A) (Arezes, 2002).

Como grande parte dos ruídos industriais são ruídos complexos, a composição exacta do ruído é obtida através da determinação do nível sonoro para cada frequência. A *análise espectral* ou *análise por frequência*, nome pela qual é conhecida, é representada graficamente num sistema de eixos cartesianos onde as frequências têm lugar no eixo das abcissas e os níveis sonoros no eixo das ordenadas (Miguel, 2007).

À luz da norma 1730-1 (1996), o nível de pressão sonora, L_p , pode ser calculado por meio da expressão 2:

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad (2)$$

Sendo:

p - valor eficaz da pressão sonora, em pascal;

p_0 - valor eficaz da pressão sonora de referência ($20 \mu\text{Pa}$).

Tendo em mente que os efeitos negativos do nível pressão sonora, sobre o ouvido humano, têm a sua gênese não apenas na intensidade mas também no tempo de exposição impõe-se, portanto, estabelecer uma relação entre o nível e a sua duração. Isso é possível através do nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq,T}$) que segundo a norma ISO 1999 (1981), é dado pela equação 3:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (3)$$

em que $t_2 - t_1$ representa o intervalo de tempo T no qual se pretende estabelecer um valor médio começando em t_1 e terminando em t_2 .

Por conseguinte, o nível de exposição diária, LEP, d expressa-se através da equação 4:

$$LEP_{,d} = L_{Aeq,T} + 10 \times \log \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \quad (4)$$

Sendo:

T_e - duração efectiva do tempo de exposição diário ao ruído L_{Aeq} ;

T_0 - 8 horas de duração de referência.

4.1.4 Exposição ao Ruído: Consequências

Na sociedade actual, o indivíduo moderno está quotidianamente exposto a elevados níveis de ruído quer seja no trânsito, nos momentos recreativos, bem como em contexto real de trabalho (Breviglieri et al., 2006).

A Tabela 4 aponta alguns sectores cuja actividade está sujeita a elevados níveis de ruído:

Tabela 4 Nível Pressão Sonoro Contínuo Equivalente em função da actividade (OSHA, 2000).

Sector	Actividade	Nível Pressão Sonoro Contínuo Equivalente
Agricultura	Explorações suínicas	104-115 dB (A)
Construção	Polimento de estruturas em cimento ou pedra	100 dB (A) $LEP_{,d}$
Serviços de Emergência	Bombeiros: Exposição excessiva a ruído impulsivo	115 dB (A)
Educação	Nível de ruído detectado em Jardins-de-infância	80,3 dB(A)
Engenharia	Aplicação de Rebites em estruturas metálicas	100-110 dB (A)
Entretenimento	Exposição do maestro durante a exibição do conhecido musical " <i>Lago dos Cisnes</i> "	88 dB (A)
Pesca	Níveis de ruído medidos na sala das máquinas de um navio	100-110 dB (A) com picos aproximadamente até 115 dB (A)
Saúde	Remoção de gesso	88-95,2 dB(A)
Indústria transformadora	Exposição dos trabalhadores ao ruído proveniente do ar comprimido	92 dB (8 horas de exposição diária)
Têxteis	Atelier de costura	90 dB (A)
Transportes	Condutores de veículos de mercadorias pesadas	78-89 dB (A)

Pesquisas realizadas, na união europeia, a 28% dos trabalhadores, inferiram que $\frac{1}{4}$ do tempo, estes estão expostos a ruído consideravelmente elevado obrigando-os a elevar as suas vozes na ordem dos 85 a 90 dB (A) para manter uma conversa (OSHA, 2000).

Estima-se ainda que na união europeia haja 60 milhões de trabalhadores expostos ao ruído e que o número de pessoas com quadro clínico de deficiência auditiva ultrapasse a população de França (OSHA, 2009) e (OSHA, 2005).

Embora o sector que regista uma maior vulnerabilidade à exposição deste agente físico seja a Construção Civil, conforme registado na Figura 9, Castelo Branco da Silva (2009), citando Arezes &

Miguel (2002), destaca o ruído industrial, no âmbito ocupacional, como um dos factores de risco mais importantes.

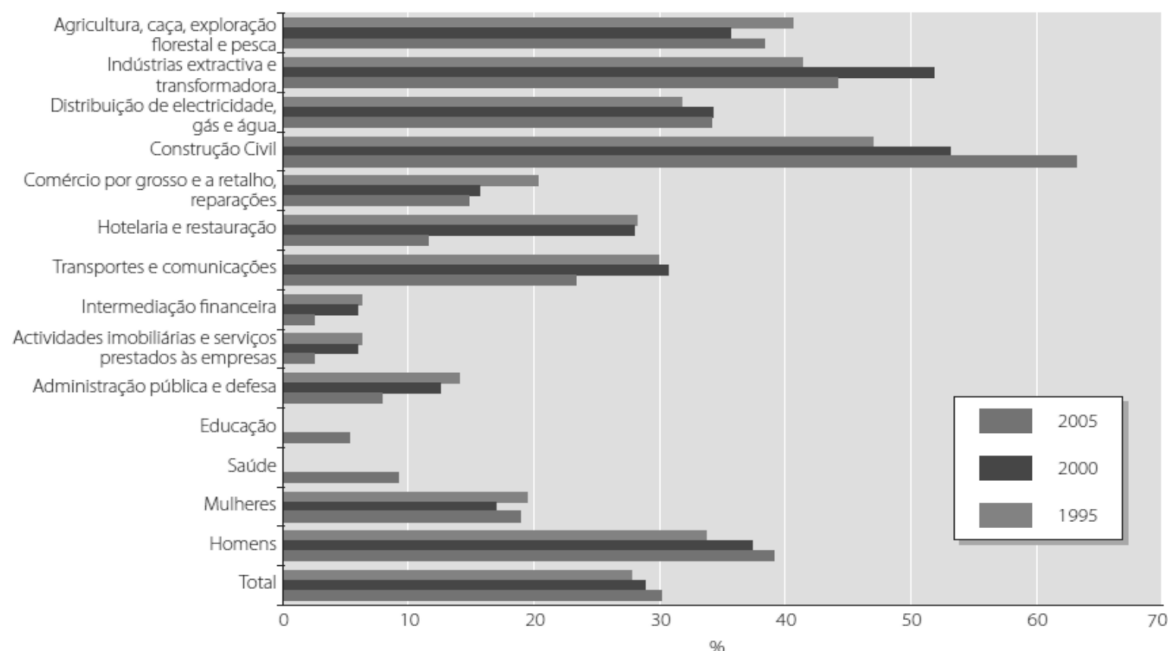


Figura 9 Percentagem de trabalhadores expostos ao ruído no local de trabalho (OSHA, 2009).

❖ Perda de Audição

Um artigo publicado, em 2005, pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, apontava a perda de audição como um efeito resultante da exposição ao ruído que remonta ao início do século XVIII e diagnosticada, pela primeira vez, entre os caldeireiros.

Presentemente e de acordo com o Bureau of Labor Statistics, a perda de audição é a segunda doença ocupacional mais comumente relatada em todo mundo, sendo que na indústria transformadora 1 em cada 9 doenças registadas correspondem à perda de audição (NIOSH, 2010).

A maioria dos casos verifica-se para as faixas etárias entre os 40 e os 54 anos e os 55 e os 60 anos. Porém é nos homens que esta evidência é mais notória, uma vez que estes estão cerca de duas vezes mais expostos ao ruído no local de trabalho e, em termos de vulnerabilidade, apresentam uma propensão em mais do dobro para contrair problemas de audição em comparação com as mulheres- Figura 9 (OSHA, 2009).

Não obstante é importante referir que a perda de audição, como qualquer doença, acarreta custos e que estes correspondem a cerca de 10 % do valor da indemnização das doenças profissionais. Consta-se que só no estado de Washington, os custos relativos às indemnizações por perda auditiva somaram cerca de 4,8 milhões de dólares em 1991-custos médicos não incluídos (OSHA, 2009) e (NIOSH, 2001).

Tendo isto em mente e reportando para o contexto fisiológico, sabe-se que a perda de audição surge quando a transmissão natural do som sofre um bloqueio mecânico ao tentar atravessar o ouvido interno (surdez de transmissão) ou quando as células ciliadas da cóclea, constituintes do ouvido interno, encontram-se danificadas (surdez neurossensorial) levando à perda progressiva e irreversível da audição, doença conhecida como *perda auditiva induzida pelo ruído- PAIR* (OSHA, 2005).

Ainda como manifestação auditiva, a exposição ocupacional ao ruído associa-se ao acúfeno ou tinnitus, mais vulgarmente conhecido por zumbido. Trata-se de uma percepção auditiva fantasma, extremamente desconfortável e de difícil tratamento, notada apenas pelo indivíduo afectado

culminando, muitas vezes, no afastamento social podendo até conduzir ao suicídio (OSHA, 2005) e (Dias et al., 2006).

Embora a exposição traumática ao ruído possa causar perda imediata da audição, na maioria dos casos a perda de audição ocorre tão gradualmente que o indivíduo, na prática, nem se apercebe que está a perdê-la (NIOSH, 2009).

Castelo Branco da Silva (2009), citando Miguel (2007), refere dois factores distintos, porém indissociáveis, estando na origem da *PAIR*, são eles: a intensidade e o tempo de exposição ao ruído envolvente. Isto é corroborado por um estudo realizado pela *Internacional Standard Organization – ISO – 1999*, e contemplado na *Norma Portuguesa NP 1733:1981* que afirma a interferência destes factores como estando na origem do risco de contrair *PAIR*. Este risco está registado em termos percentuais na Tabela 5 (Torres & Gama, 2005):

Tabela 5 Risco de perda de audição em valores percentuais (Torres & Gama, 2005)

L Aeq, 8h (dB)	Tempo de Exposição ao ruído (anos)						
	2	5	10	20	30	40	45
	1	2	3	7	14	32	50
85	1	3	6	13	22	42	57
90	3	7	12	23	32	54	65
95	4	10	20	35	45	61	72
100	5	14	31	49	58	74	82
105	8	20	45	65	77	87	91
110	10	28	58	85	91	95	95

A *PAIR* instala-se quando a exposição ao ruído excede largamente o período de tempo admissível para ouvido humano sendo o seu diagnóstico de difícil avaliação uma vez que se origina para além das frequências inteligibilidade da palavra [500Hz;1000Hz], não sendo, por isso, perceptível nas actividades diárias (Miguel, 2007).

Segundo Torres & Gama (2005) a surdez, como consequência do ruído industrial, tem início na frequência dos 4000 Hz. A susceptibilidade de contrair surdez está também intimamente aliada à idade, à fisiologia e ao estado de saúde de cada indivíduo. Hoje em dia ainda não é possível detectar com exactidão esse grau de susceptibilidade, pelo que os testes audiométricos mostram-se uma ferramenta imprescindível no diagnóstico precoce da doença.

Posto isto, os testes audiométricos podem ser divididos em quatro estádios. O seu comportamento está representado na Figura 10:

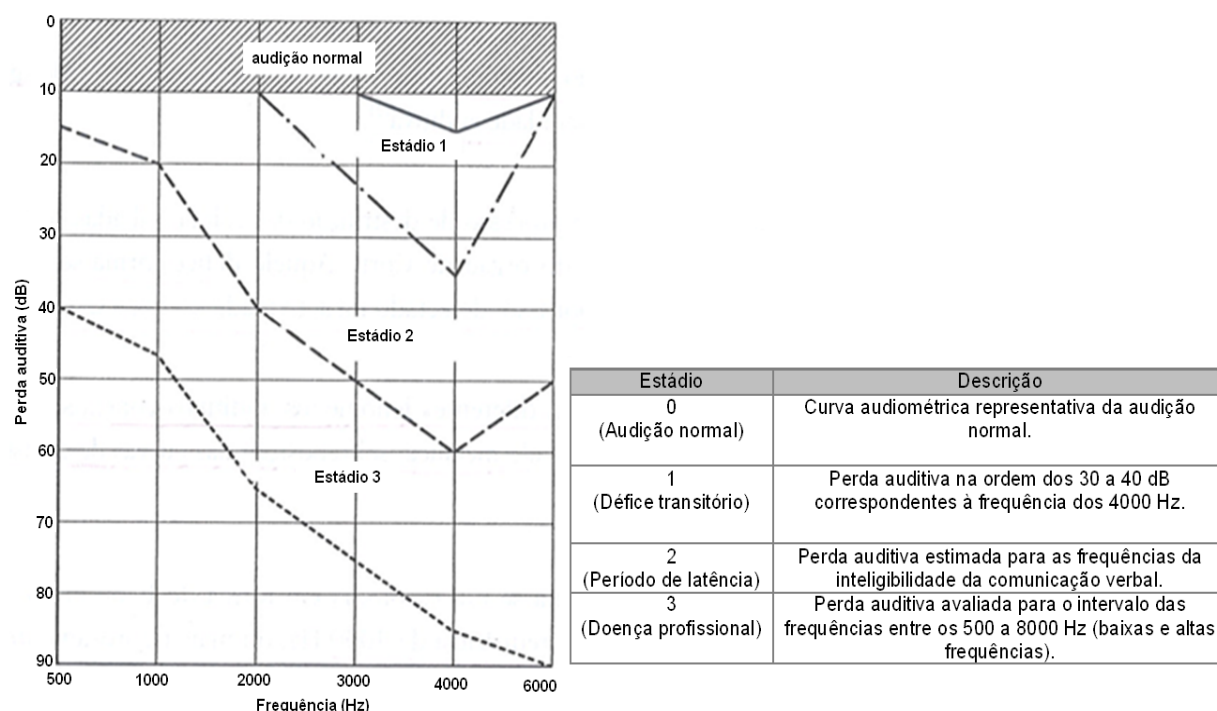


Figura 10 Estádios da Surdez Profissional (adaptado (Miguel, 2007))

Ainda que o aparelho auditivo seja o principal alvo de lesão por parte do ruído, é importante reter que o organismo, em geral, também sofre alterações significativas (Torres & Gama, 2005).

❖ Outros Efeitos Fisiológicos

A propagação das ondas sonoras e os seus efeitos no organismo humano, tem como ponto de partida o aparelho auditivo estendendo-se posteriormente aos lóbulos cerebrais que, por sua vez estimulam o sistema nervoso central, atingindo, através da medula, outros órgãos. Face a níveis de ruído elevados a nocividade destes efeitos traduz-se, para além da perda de audição, em descargas hormonais – Figura 11 (Torres & Gama, 2005).

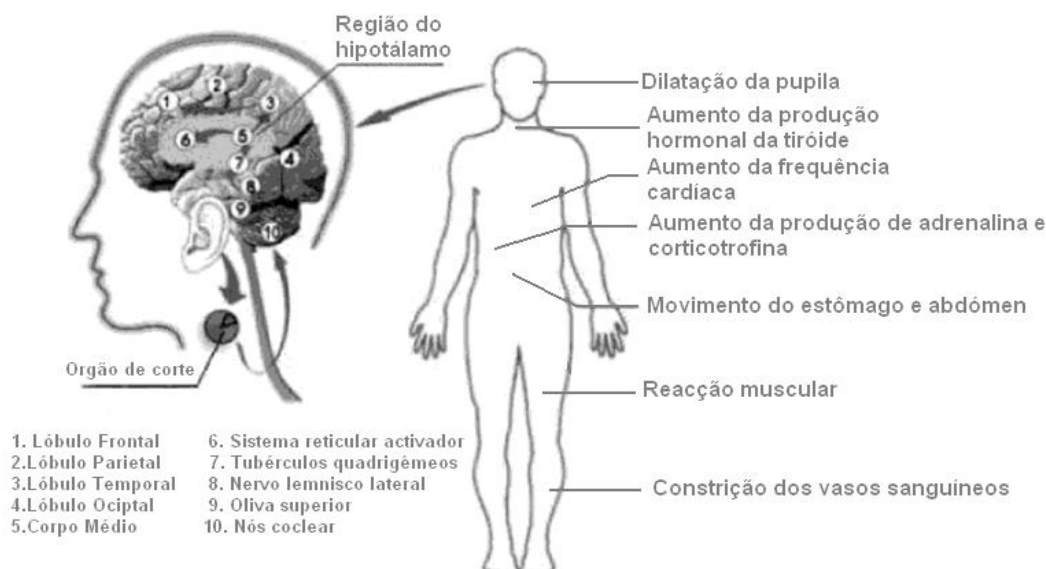


Figura 11 Efeitos fisiológicos do ruído sobre o organismo (Torres & Gama, 2005)

O grau de lesão das funções orgânicas pode ser determinado pela influência em simultâneo da intensidade do ruído e do tempo de exposição como, aliás, já foi focado.

Impactos similares podem advir quando o indivíduo se expõe pontualmente a um ruído impulsivo com um nível de pico superior a 140 dB (C) ou, em oposição, quando a exposição diária ocorre para um LAeq superior a 85 dB (A) durante várias horas e por um longo período de tempo (OSHA, 2005) e (Torres & Gama, 2005).

Assim, as lesões por exposição ao ruído dividem-se em *fisiológicas* e *psicológicas*. Na génese das lesões *fisiológicas*, ou funções orgânicas, destacam-se as perturbações gastrointestinais bem como cardiovasculares; desordens neurológicas como dores de cabeça e dilatação das pupilas; mudança na reacção muscular, fadiga; alterações hormonais e distúrbios do sono (Miguel, 2007), (Arezes, 2002) e (Torres & Gama, 2005).

- Perturbações Gastrointestinais

Grande parte dos estudos alega a acção do ruído ocupacional como o principal responsável no aparecimento das alterações digestivas, isto é, diarreias, obstipação e náuseas (Medeiros, 1999).

Medeiros (1999) refere também, de acordo com Gomez (1983), que em alguns indivíduos expostos a níveis de ruído elevados observa-se a diminuição dos movimentos peristálticos e da secreção gástrica. Em contraste, verifica-se o aumento da acidez seguido de náuseas, perda de apetite, dores epigástricas, gastrites e úlceras.

- Perturbações Cardiovasculares

Particularmente e no que diz respeito às perturbações cardiovasculares, evidências epidemiológicas suportam a hipótese de que o stress, proveniente da exposição permanente ao ruído, contribui para o aumento do risco de distúrbios cardiovasculares incluindo hipertensão e doença isquémica do coração⁴ (WHO, 2010).

- Desordens Neurológicas

Tendo por base Joachim (1996), Medeiros (1999) afirma que experiências realizadas corroboram a influência dos estímulos sonoros sobre a visão e que estes se manifestam através da dilatação das pupilas acompanhado de tremores nas mãos, para valores de nível de ruído na ordem dos 75 dB. Para níveis de ruído superiores a 93 dB observa-se a interferência do sensor óptico gerando no indivíduo a incapacidade de distinção das cores de forma adequada. Porém quando o nível de ruído desce para valores entre os 85 e 80 dB, ocorre a restituição da acuidade visual e a sensibilidade passa a ser igual para todas as cores.

- Mudança na Reacção Muscular

Sabe-se que níveis intensos de ruído alteram a condutividade eléctrica do cérebro culminando, em geral, numa queda da actividade motora (Medeiros, 1999).

- Alterações Hormonais

Embora não exista ainda um consenso entre os investigadores no âmbito deste estudo, Costa (1994), mencionado por Medeiros (1999), acredita que a produção hormonal desregulada, proveniente da exposição a elevados níveis de ruído, está na origem do aumento dos índices de adrenalina⁵ e cortisol⁶ na urina. Defende igualmente a possibilidade do aparecimento de

⁴ Transtorno da função cardíaca causado pelo deficiente irrigação sanguínea do tecido muscular do coração.

⁵ Hormona secretada pelas glândulas supra-renais (situadas acima dos rins) em momentos em que a tensão e o "stress" tornam-se elevados.

diabetes e do aumento da prolactina⁷ responsável pelas repercussões negativas ao nível da actividade sexual.

- Distúrbios do sono

Relativamente aos distúrbios do sono crê-se que a ausência da sua manutenção diária pode acarretar consequências negativas para a saúde do indivíduo, todavia estudos realizados nesse sentido não são ainda conclusivos, no entanto, e de acordo com a WHO (2010) crianças que são expostas durante o sono a ambientes não neutralizados ao ruído estão, supostamente, mais vulneráveis a desenvolver um quadro clínico de insónia quando atingem a idade adulta.

Um estudo citado por Quick & Lapertosa (1981) e realizado entre músicos de várias orquestras de música moderna na Alemanha, revela que 33% do grupo de inquiridos queixava-se de pesadelos e inclusivamente de "*continuarem a ouvir música durante o sono*" (Medeiros, 1999).

Psicologicamente, o equilíbrio do indivíduo pode ser sobejamente influenciado pela exposição ao ruído. Fadiga e aumento da irritabilidade; perda de concentração e rendimento; perda de reflexos e integridade da palavra poderão assumir-se como algumas das consequências nocivas dessa exposição que se manifestam para um LAeq 8h estimado entre 50 a 55 dB (A) (Arezes, 2002), (Torres & Gama, 2005) e (Castelo Branco da Silva, 2009).

- Perda de Produtividade

É conhecido que o ruído tem repercussões negativas na performance cognitiva e no caso de certos tipos de actividade pode resultar na perda de produtividade e qualidade do produto (Miguel, 2007).

Alguns autores defendem a ocorrência de variações de produtividade com quebras relativas em termos globais e que regra geral após uma pausa à exposição há um aumento da produtividade (Medeiros, 1999).

- Memória e Aprendizagem

Segundo a WHO (2010) uma redução do nível de ruído em 5 dB (A) para o intervalo [65-80] dB (A) mostrou melhorias em quase 10% no desempenho concernente aos exercícios de memória e leitura. Para a atenção e memória, uma diminuição de 5 dB (A), no nível médio do ruído, resultou num incremento de 2 a 3% da performance.

Quando se trata de crianças, uma exposição negligente ou inadvertida a níveis de ruído elevados pode originar défices de concentração, memória, incapacidade de resolução de problemas cognitivos e dificuldade de aprendizagem da leitura.

4.1.5 Aumento do Risco de Acidentes

Níveis de ruído elevados no local de trabalho, assumem um efeito potencialmente prejudicial no que concerne à percepção dos avisos sonoros de aproximação de perigo ou alerta; à comunicação oral inteligível e à carga cognitiva, acentuando-se, desta forma, a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho (OSHA, 2005) e (OSHA, 2009).

Cordeiro et al. (2005) refere ainda, e com base nos estudos desenvolvidos por Melamed et al. (1992), a exposição ao ruído acima dos 85 dB e a ausência de protectores auditivos como estando na causa dos acidentes de trabalho. Esta relação é paralelamente suportada pela *Directiva 2003/10/CE* de 6 de Fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao agente físico ruído.

⁶ Hormona produzida pela glândula supra-renal, responsável pela resposta ao "stress". Responde igualmente pelo aumento da pressão arterial e do açúcar no sangue, além de suprimir a imunidade do sistema.

⁷Hormona responsável pela inibição da produção de testosterona.

Do mesmo modo, os trabalhadores cujas tarefas são maioritariamente manuais e que exigem atenção e concentração, estão mais susceptíveis a cometer erros e a sofrer acidentes ocupacionais, uma vez que a sua capacidade está diminuída (Medeiros, 1999).

4.1.6 Trabalhadoras Grávidas

Um artigo publicado pela OSHA (2005) citando na sua essência a *Directiva 92/85/CEE*, relativa à avaliação da interferência dos agentes químicos, físicos e biológicos perigosos na saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes afirma que “ *a exposição prolongada do feto a níveis de ruído elevados durante a gravidez pode vir a ter efeitos na sua audição e que as baixas frequências são potencialmente mais perigosas*”.

Medeiros (1999), tendo por base Quick & Lapertosa (1981), atribui à exposição ao ruído, durante a gestação, a responsabilidade pelas alterações do batimento cardíaco, e da posição do feto, provocando dificuldades à parturiente no momento de dar à luz.

4.1.7 Comunicação Oral

Em vários episódios da rotina diária a comunicação oral está muitas vezes subordinada ao ruído envolvente o qual, não raro, cria barreiras intransponíveis. A menos que sejam usadas alternativas no sentido de contrariar essas barreiras, como por exemplo elevar o tom de voz, a comunicação torna-se, em muitos casos, impossível (Castelo Branco da Silva, 2009).

Quando em causa está a percepção dos avisos sonoros de aproximação de perigo ou alerta, o caso assume proporções mais graves (OSHA, 2005).

Assim, para que a palavra seja perfeitamente audível exige-se que a sua intensidade não ultrapasse em 15 dB o ruído de fundo. Um ruído de fundo na ordem dos 35 ou 40 dB provocará dificuldades ao nível da conversação e para valores a partir dos 60 dB constitui-se uma barreira literal à mesma (Castelo Branco da Silva, 2009).

4.1.8 Controlo do Ruído

Quando os níveis de ruído estipulados como níveis limite são ultrapassados, medidas de ordem técnica ou organizacional deverão ser tomadas. A eliminação ou redução do ruído assume-se como uma responsabilidade de domínio jurídico não só para as entidades patronais envolvidas mas também porque interesses comerciais estão em causa (Miguel, 2007) e (OSHA, 2005).

Posto isto e com vista a mitigar absentismos, acidentes ou baixo rendimento dos trabalhadores admitem-se três soluções descritas na Figura 12:

Medidas Organizacionais <ul style="list-style-type: none"> -Planeamento da produção visando a eliminação de postos de trabalho sujeitos a elevados níveis de ruído; -Prevalência de uma política de aquisição de equipamentos isentos de ruído ou com pouco ruído; -Rotação do pessoal exposto. 	Medidas Construtivas ou de engenharia <ul style="list-style-type: none"> -Isolamento da fonte; -Recurso a cabinas insonorizadas e barreiras, amortecedores de ruído ou silenciadores de escape; -Redução das velocidades de corte, ventilação ou impacto; -Utilização de ferramentas eléctricas em detrimento de ferramentas pneumáticas; -Aplicação de materiais mais atenuadores de ruído tais como: revestimentos de borracha em silos transportadores e vibradores; -Em circunstâncias específicas, a redução activa do ruído; -Realização de manutenções preventivas. 	Medidas de Protecção individual <ul style="list-style-type: none"> -Utilização de tampões e protectores auriculares só após todas as medidas de redução e eliminação do ruído terem sido esgotadas; -O equipamento deve ser adequado à fisiologia do utilizador e prover a protecção apropriada para a qual foi idealmente concebido; -Providenciar acções de formação no sentido de sensibilizar os utilizadores para os riscos contra os quais o equipamento de protecção individual os visa proteger, importância do seu uso correcto e forma adequada de o armazenar e manter.
---	--	--

Figura 12 Medidas de confinamento do ruído (adaptado de (Miguel, 2007) e (OSHA, 2005)).

4.1.9 Ruído na Cork Supply

Remetendo para o caso em estudo e de acordo com os dados do segundo inquérito da Fundação Europeia de Inquéritos de Dublin (1996) referidos num artigo publicado pela OSHA em 2000, concluiu-se que 28 % dos trabalhadores encontram-se expostos ao agente físico, ruído, sendo estes maioritariamente operadores de máquinas e pessoal de montagem. Entre os trabalhadores inquiridos encontram-se os da indústria da madeira e da cortiça e suas obras - Tabela 6.

Tabela 6 Exposição a riscos de natureza física/química (OSHA, 2000).

Indicadores de exposição a riscos de natureza física e química	Quadro europeu dos trabalhadores expostos	Número de Pontos Focais que identificaram como necessário o desenvolvimento de acções preventivas adicionais	Principal (ais) ramo (s) de actividade identificados	Principal (ais) profissão (ões) identificada (s)
Ruído	28%	7	Fabrico de artigos metálicos, excepto máquinas e equipamentos; Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário; fabrico de artigos de espartaria e de cestaria	Operadores de máquinas e pessoal de montagem.

O ambiente no interior das instalações de uma fábrica transformadora de cortiça, salvo raras excepções, está envolto por agentes físicos tais como poeiras, ruído e agentes biológicos. No caso específico da Cork Supply, um dos riscos inerentes reside no *ruído contínuo*, muito em parte devido ao trabalho incessante de máquinas na proximidade.

4.1.10 Enquadramento Legal e Normativo

Sabe-se que, sectorialmente não existe nenhum diploma que regule o ruído no ramo da indústria da madeira e da cortiça e suas obras pelo que a *Portaria nº 702/80*, que regulamenta a prevenção técnica dos riscos profissionais e a higiene nos estabelecimentos industriais, revela-se, no âmbito sectorial, uma ferramenta valiosa no confinamento deste agente. Alguns dos artigos, deste último, podem ser transversalmente transpostos para o contexto universal através do *Decreto-Lei nº 182/2006* de 6 de Setembro. A Figura 13 ilustra em pormenor o anteriormente referido:

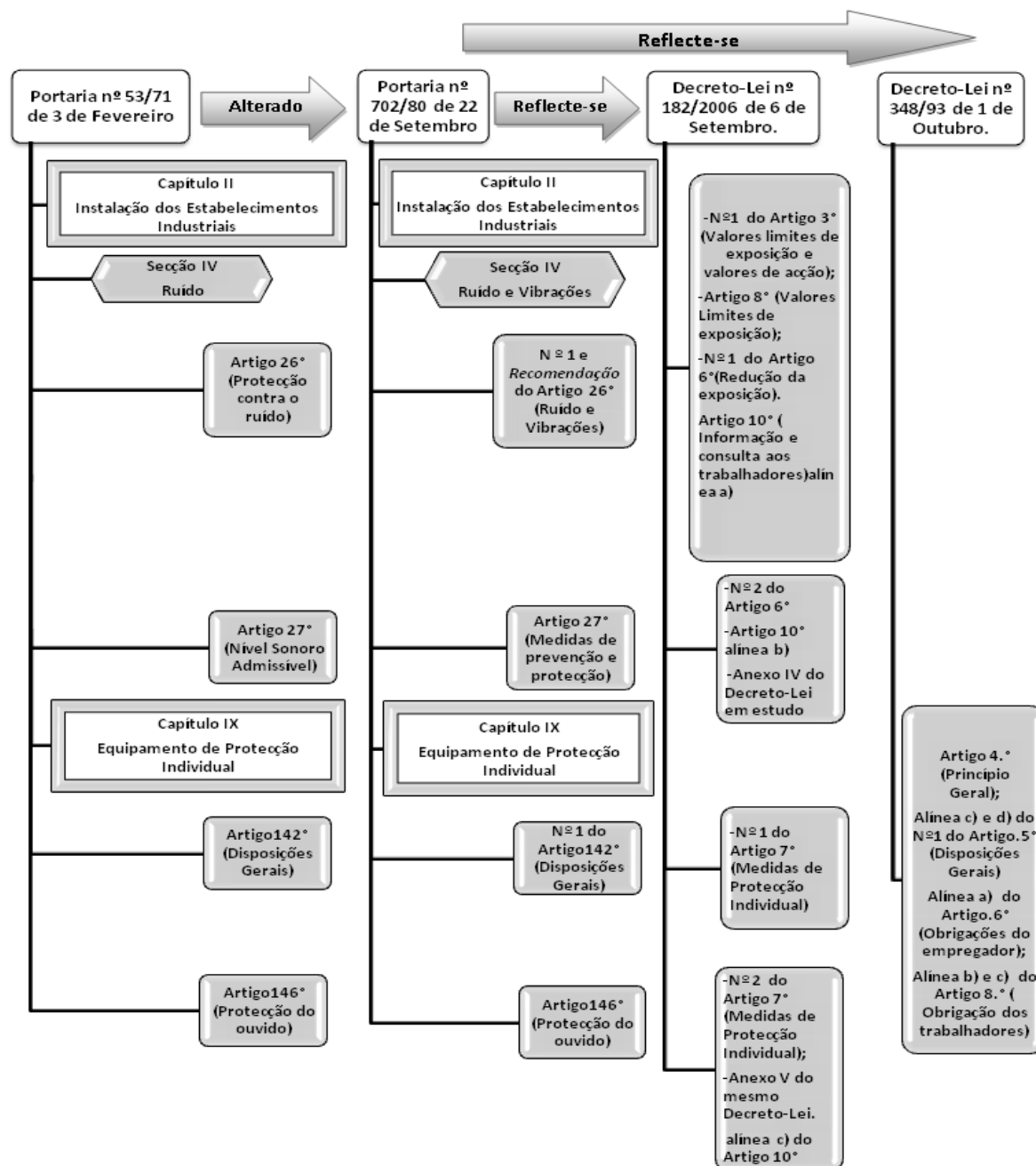


Figura 13 Documentos que legislam o agente físico ruído (de autor).

Ao estabelecer o vínculo entre os artigos de ambos os diplomas emerge um terceiro diploma universal que refere as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamento individual - *Decreto-Lei 348/93* - reflectindo a premência do uso de protecção individual - *Portaria nº 702/80* - no contexto universal.

A interanálise destes diplomas, permite concluir que os riscos, em particular o ruído, deverão ser eliminados ou reduzidos e, em consonância com os princípios gerais da prevenção, priorizar as medidas construtivas e organizacionais em detrimento das medidas de protecção individual - nº 1 a nº 5 do Anexo IV do *Decreto-Lei nº182/2006*.

❖ Evolução Legislativa do Agente Físico Ruído

A genealogia, do *Decreto-Lei nº 182/2006*, teve início a 24 de Junho de 1987 com o *Decreto-Lei nº 251/87* como diploma nuclear em matérias de exposição a ruído. O objecto deste diploma reside na aprovação do Regulamento Geral sobre o ruído (Castelo Branco da Silva, 2009).

No entanto, a 6 de Fevereiro de 2003 emerge a *Directiva nº 2003/10/CE* - adopta prescrições mínimas de segurança e saúde no que respeita à exposição dos trabalhadores ao ruído - sendo automaticamente transposta para a legislação portuguesa, a 6 de Setembro, através do *Decreto-Lei nº 182/2006* que para além de revogar os antigos diplomas que regulam a exposição ao ruído estabelece novas regras, a saber:

- ❖ Actualização das "*designações das grandezas físicas pertinentes...nomeadamente dos níveis de exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho*" e os relativos à "*média semanal dos valores diários de exposição*";
- ❖ Aperfeiçoamento da "*regulamentação dos métodos de cálculo da atenuação dos protectores auditivos*"
- ❖ Estabelecimento "*dos valores limites de exposição e dos valores de acção de exposição superior e inferior*" extraídos do nº 1 do artigo 3.º os quais podem ser consultados na Tabela 7:

Tabela 7 Valores limites de exposição.

Exposição pessoal diária do trabalhador ($L_{EX, 8h}$)		Pico de pressão sonora (L_{Cpico})
Valores de acção inferiores	80 dB(A)	135 dB(C)
Valores de acção superiores	85 dB(A)	137 dB(C)
Valores limites de exposição	87 dB(A)	140 dB(C)

Posto isto, o *Decreto-Lei nº 182/2006* determina ainda um "*conjunto de medidas a aplicar sempre que sejam atingidos ou ultrapassados esses valores*". Estas medidas podem ser consultadas nos artigos nº 6.º e nº 7.º do referido Decreto-Lei.

4.2 Iluminação

4.2.1 Teoria da Luz vs Fenómeno da Visão

Em tempos remotos defendia-se a ideia que as cores do espectro eram fruto da propriedade do corpo refractor, corpo este, responsável pela alteração da cor da luz (Pedrosa, 2009).

Na actualidade, porém, e contrariamente a esta teoria, sabe-se que a luz é o elemento determinante no surgimento da cor. Experiências elaboradas pelo físico e matemático inglês, Isaac Newton, em 1669, corroboram isso mesmo: no trajecto da luz solar, este interceptou um prisma que imediatamente a decompôs num leque de cores denominadas cores do espectro, levando-o a concluir que a luz solar ou "luz branca" é uma das formas de radiação electromagnética (Pedrosa, 2009) e (Lopes da Silva, 2004).

Pese embora o espectro visível ocupe a faixa de comprimentos de onda para a qual o olho humano é particularmente sensível, existem outras faixas para as quais o ser humano é "*radicalmente cego*" (Pedrosa, 2009).

De acordo com o espectro electromagnético, essas faixas abrangem as radiações *Ultra-violeta* e *Infravermelha*, compreendidas imediatamente antes e após o intervalo pertencente à radiação visível, respectivamente. A Figura 14 exhibe a imagem do espectro electromagnético (Bartolomeu, 2003):

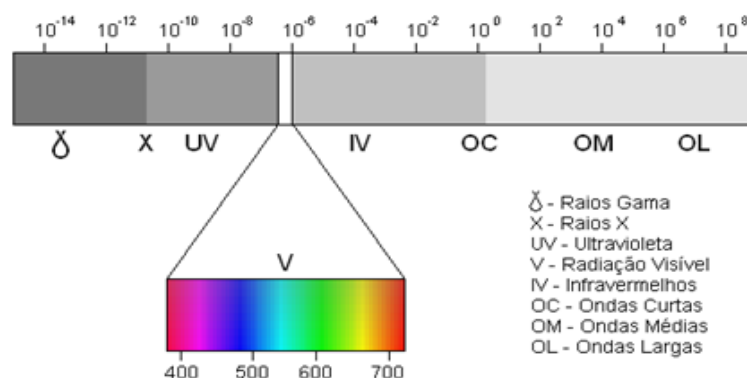


Figura 14 Espectro electromagnético (Bartolomeu, 2003).

A radiação visível, envolve o intervalo de comprimento de onda entre os 380 nm e os 780nm, extensivo a todas as cores (violeta a vermelho). Quando conjugadas, estas cores alcançam o olho sob a forma de "*luz branca*". Se, por ventura, uma parte da faixa do espectro visível for filtrada, apenas essa parte atingirá o olho levando-o a perceber essa determinada cor (Miguel, 2007) e (Lopes da Silva, 2004).

Mas a percepção da luz não é assim tão linear. Antes, está-se perante um complexo processo de estímulo-resposta, em que mecanismos neurofotoquímicos desencadeiam respostas psicofisiológicas. A Figura 15 retrata o que realmente ocorre durante o fenómeno da visão (Miguel, 2007):

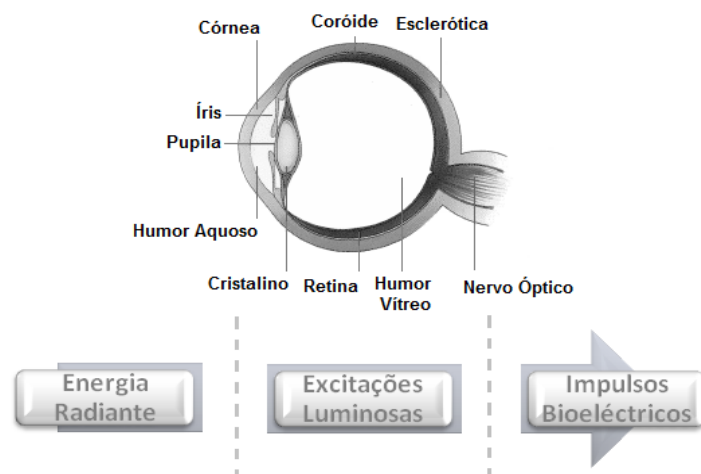


Figura 15 Anatomia do olho humano vs fenómeno da visão (Adaptado de (Miguel, 2007)).

A energia radiante ao penetrar o olho dá origem ao fenómeno de *adaptação*⁸ com o objectivo de condicionar a quantidade de luz à entrada. Na parte posterior da íris o cristalino, ao receber os raios luminosos, inicia o processo de *acomodação*⁹ projectando-os, de seguida, na retina (Miguel, 2007) e (Correa da Costa, 2006).

Segundo Pedrosa (2009), "*o processo de sensibilização da retina pela luz é indiscutivelmente a base do fenómeno da visão*". A retina é irrigada por milhões de células fotossensíveis de dois tipos, a saber, cones e bastonetes. Os cones, responsáveis pela *visão cromática*, ocupam a parte central da retina e somam um total de 7 milhões. Envolvendo a retina encontram-se aproximadamente 100 milhões de bastonetes, 100 mil vezes mais sensíveis do que os cones, e cuja principal característica é conferir sensibilidade às imagens a preto e branco - *visão monocromática* (Lopes da Silva, 2004) e (Pedrosa, 2009).

A Figura 16 revela o comportamento do olho face ao *ambiente cromático e monocromático*.

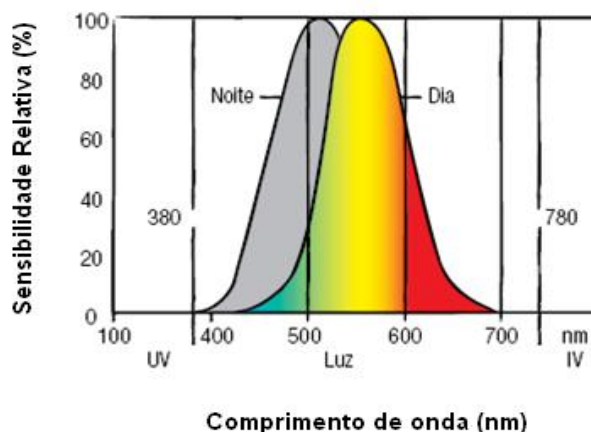


Figura 16 Curva de sensibilidade do olho humano à radiação visível (OSRAM, 2010).

A curva indica como varia a sensibilidade da retina para os diferentes comprimentos de onda. Assim para níveis de luminância elevados, por exemplo período diurno, o auge da sensibilidade retiniana concentra-se para as radiações de maior comprimento de onda (550 nm), nomeadamente, cores amarelo/verde - *visão fotópica*. Em contrapartida, quando ocorre a adaptação de ambientes claros para ambientes escuros, ou a mudança do período diurno para o período nocturno, os níveis de luminância decrescem e a sensibilidade retiniana passa a ser

⁸ Consiste na dilatação da íris ou contração da pupila.

⁹ Permite distinguir com nitidez os objectos situados a diferentes distâncias.

máxima para radiações de menor comprimento de onda (510 nm) isto é, para as cores violeta/azul - *visão escotópica ou nocturna* (OSRAM, 2010).

Retomando a descrição da constituição da retina, sabe-se que a parte externa da retina é composta por grãos pigmentados escuros, que têm como função minimizar a intensidade da luz que chega aos cones e bastonetes (Lopes da Silva, 2004) e (Pedrosa, 2009).

Ainda e no que concerne à parte central da retina, esta conecta-se ao nervo óptico por meio de uma região designada por ponto cego. No nervo óptico as excitações luminosas, provenientes de processos fotoquímicos e fotoelétricos, originados pela desagregação de moléculas e a extracção de electrões respectivamente, são transformadas em impulsos bioelétricos e conduzidos, através de fibras nervosas, ao cérebro que os interpretará como imagens (Lopes da Silva, 2004), (Pedrosa, 2009) e (Miguel, 2007).

4.2.2 Noções de Luminotecnia

A Luminotecnia está relacionada com a técnica da correcta iluminação de ambientes. Destacam-se 4 grandezas básicas: Fluxo luminoso; Intensidade luminosa; Iluminação, ou Iluminância, e Luminância. Relativamente a esta última grandeza, as fontes luminosas denominam-se por fontes primárias e os corpos iluminados por fontes secundárias (Teixeira, 2009).

❖ Fluxo Luminoso

É definido pela quantidade de luz total emitida por uma fonte luminosa, a cada segundo. Identificada pela letra ϕ e a unidade expressa em lúmen (lm), esta grandeza pode ser comparada à quantidade de água que passa, por segundo, num determinado ponto – Figura 17 (Teixeira, 2009) e (Philips, 2005).



Figura 17 Representação gráfica do fenómeno de fluxo luminoso (Zumtobel, 2004).

- 1 Lúmen (lm) é equivalente ao fluxo emitido uniformemente no interior de um ângulo sólido (Ω), igual ao esteroradiano (sr), em *todas as direcções*, por uma fonte puntiforme de intensidade (I) constante e igual a 1 candela (cd) (Miguel, 2007).

❖ Intensidade Luminosa

Corresponde à medida do Fluxo luminoso (ϕ) emitido por unidade de ângulo sólido (Ω), por segundo e numa *determinada direcção* (pressupõe-se que a fonte luminosa é pontual). A unidade é dada em candela (cd).

$$I = \frac{\phi}{\Omega} \quad (5)$$

Pode-se estabelecer uma analogia entre o conceito de intensidade luminosa e a intensidade de um jacto de água numa direcção específica – Figura 18 (Teixeira, 2009), (Zumtobel, 2004) e (Philips, 2005):

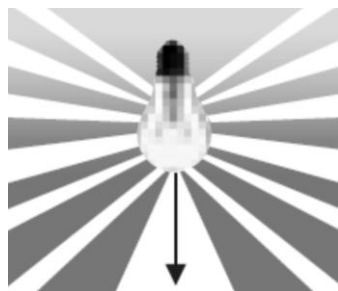


Figura 18 Representação gráfica do fenómeno de intensidade luminosa (Zumtobel, 2004).

❖ Iluminância

Analogamente à quantidade de chuva que cai numa área de superfície, por segundo, a iluminância apresenta-se como uma medida do fluxo luminoso (ϕ) por unidade de área de superfície (A), a cada segundo. A sua unidade exprime-se em Lux (Teixeira, 2009), (Zumtobel, 2004) e (Philips, 2005):

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (6)$$

- 1 Lux equivale a 1 lúmen por metro quadrado (lm/m^2) – Figura 19.



Figura 19 Representação gráfica do fenómeno de iluminância (Zumtobel, 2004).

Como não existe uniformidade de distribuição do fluxo luminoso (ϕ), a iluminância não é igual em todos os pontos da área de superfície, logo considera-se a iluminância média (E_m) (OSRAM, 2010).

Os valores relativos aos níveis de iluminância média (E_m), para diferentes actividades, estão compilados e podem ser consultados na norma *DIN 5035-2:1990*. Na norma *ISO 8995:2002* estão presentes os requisitos de iluminação interior de locais de trabalho, para diversas actividades.

❖ Luminância

A Luminância é o fenómeno responsável pela sensação visual, contudo e por uma questão prática, estabeleceu-se a iluminância como um dos parâmetros a ter em conta na selecção das fontes de iluminação adequadas a cada tipo de ambiente- Figura 20 (OSRAM, 2010) e (Fiorini, 2006).

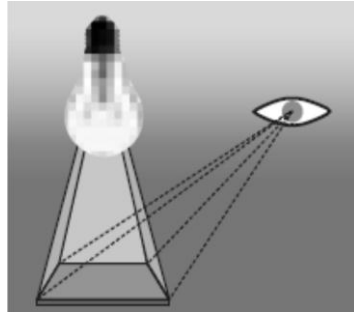


Figura 20 Representação gráfica do fenómeno de luminância (Zumtobel, 2004).

Matematicamente, este fenómeno resulta do quociente entre a intensidade (I) emitida por uma fonte luminosa, ou por uma superfície reflectora, e a sua área aparente (A). A unidade traduz-se em candela por metro quadrado (cd/m^2) (Zumtobel, 2004):

$$L = \frac{I}{A} \quad (7)$$

❖ Eficiência

As lâmpadas distinguem-se entre si pelos diferentes fluxos que irradiam e pelas potências que consomem- Figura 21 (OSRAM, 2010).



Figura 21 Representação gráfica da eficiência de uma fonte luminosa (Philips, 2005).

Tendo isto em mente, a eficiência representa-se pela razão entre o fluxo luminoso (ϕ) emitido e a potência P consumida pela lâmpada (watts). A unidade desta grandeza física é o Lúmen por Watt (lm/watt) (Philips, 2005):

$$\eta = \frac{\phi}{P} \quad (8)$$

Ressalva-se que, a lâmpada e a luminária funcionam, em geral, como um sistema indissociável. Deste modo, o fluxo final disponível é menor que o irradiado pela lâmpada, consequência da absorção, reflexão e transmissão da luz pelos materiais constituintes da luminária (OSRAM, 2010).

❖ Temperatura da cor

Neste contexto, a definição de temperatura de cor está relacionada não com o calor físico dissipado pela fonte, mas antes refere-se à tonalidade da cor reproduzida por esta e que, através da sensação visual, é susceptível de criar ambiências diversas, despoletando, um efeito psicodinâmico no receptor. Segundo o sistema S.I (Sistema Internacional), a temperatura da cor exprime-se em Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) (Philips, 2005) e (Bartolomeu, 2003).

É possível estabelecer uma comparação entre a tonalidade das lâmpadas e a temperatura da cor. Assim e de acordo com a Figura 22, quanto mais alta a temperatura da cor mais clara é a tonalidade da cor da luz emitida pela fonte e vice-versa (OSRAM, 2010) e (Philips, 2005).

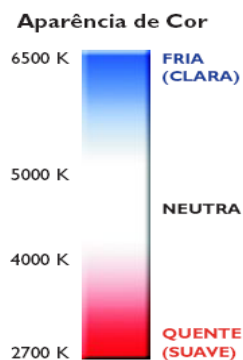


Figura 22 Temperatura da cor vs tonalidade (Philips, 2005).

Fiorini (2006), com base num estudo da projectista de iluminação Rosane Haron, refere que em alguns restaurantes, intencionalmente, a tonalidade das fontes de iluminação aproxima-se das cores mais frias induzindo, o cliente a abreviar o tempo gasto com a refeição e a abandonar o local. Por outro lado acrescenta que, os restaurantes cuja iluminação apresenta tonalidades próximas dos tons dourado/amarelo, estimulam o convívio social, a descontração e portanto a permanência.

Ferreira (2008) salienta que se, na fase do dimensionamento dos postos de trabalho (fase projecto), a conjugação das cores das fontes de iluminação for levada em consideração, melhorias a nível do desempenho bem como o aumento da produtividade serão, à partida, resultados adquiridos.

4.2.3 Iluminação: Do Projecto ao Usufruto

Santos & Bivar (1998) defende: *"a luz natural é um factor para uma boa aprendizagem do ver"*.

O autor explica que apenas a iluminação natural consegue reproduzir com fiabilidade os contornos e as cores dos objectos, contribuindo para a sua correcta identificação; daí a importância do processo de aprendizagem e memorização das crianças ter por base o recurso à luz natural.

Do ponto de vista da sustentabilidade, o recurso à luz natural diminui o consumo energético assim como perdas térmicas e portanto, assume-se como um aspecto de suma importância na iluminação de edifícios, contudo muitas vezes negligenciado em projecto (Scaramucci, 2009) e (Santos & Bivar, 1998).

Segundo "The Light Handbook" publicado, em 2004, pela Zumtobel¹⁰, o critério de qualidade para a iluminação prende-se a factores de carácter tradicional que conjugados com factores de carácter contemporâneo trabalham no sentido de proporcionar conforto, segurança, estímulo visual assim como na prossecução de objectivos relacionados com a sustentabilidade energética. A Figura 23 mostra em pormenor o anteriormente descrito:

¹⁰ Empresa responsável pela distribuição de soluções de iluminação integrada para aplicações em diversas áreas.

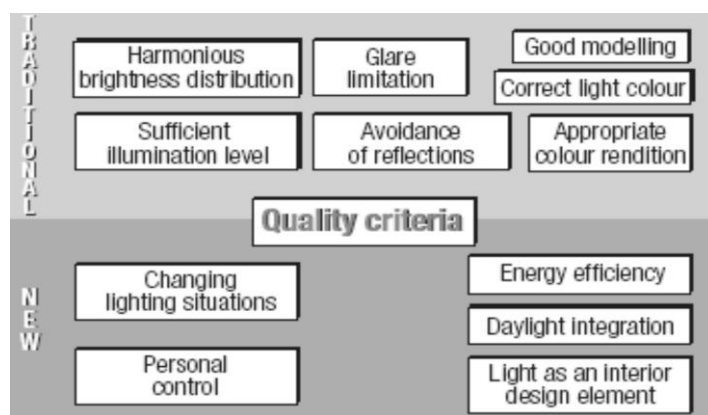


Figura 23 Critérios de qualidade para a iluminação (Zumtobel, 2004).

No ínterim Scaramucci (2009), citando Álvares (1995), afirma que um projecto de iluminação de qualidade é aquele que satisfaz plenamente as necessidades visuais dos seus ocupantes, no que diz respeito à execução de actividades laborais, de lazer e descanso, visando a segurança e o equilíbrio biológico do indivíduo. Suscintamente, um adequado projecto de iluminação, segundo a Figura 24 assenta em 6 requisitos base fundamentais:



Figura 24 Componentes do projecto de iluminação nos edifícios (Adaptado de (Santos, 2007)).

Suportado pelas exigências quantitativas e qualitativas, o projecto de iluminação, segundo Santos (2007), deverá ainda e na sua essência:

- ❖ Assegurar níveis de iluminância¹¹ adequados à realização de tarefas visuais, bem como o conforto visual de quem as desempenha;
- ❖ Apresentar a iluminação artificial apenas como um meio complementar à iluminação natural. Se tal não for exequível, sistemas de iluminação artificial, energeticamente eficientes, deverão constituir-se uma opção;
- ❖ Garantir a mutabilidade da luz no que diz respeito à projecção, às características de cor das fontes de iluminação e das superfícies e a níveis de encadeamento.

¹¹ Para informações adicionais consultar as normas DIN 5035-2:1990 e ISO 8995:2002

Não obstante, é importante referir que muitos profissionais cometem falhas no projecto, visto partirem primeiramente da definição de lâmpadas e/ou luminárias em detrimento dos sistemas de iluminação e por conseguinte muitos ambientes internos apresentam iluminação deficiente (OSRAM, 2010) e (Fiorini, 2006).

4.2.4 Sistemas de Iluminação

O manual “ *Iluminação: Conceitos e Projectos*” publicado, em 2006, pela OSRAM¹² faz referência a 3 tipos de sistemas de iluminação, são eles:

❖ *Iluminação geral*

As luminárias estão distribuídas uniformemente pelo tecto, proporcionando uma maior flexibilidade do layout do espaço. Contudo, este tipo de sistema não cobre as necessidades dos locais que exigem níveis de iluminância elevados, para além de que o consumo de energia admissível, nestes casos, é sobejamente ultrapassado. Este sistema é comumente utilizado em escritórios, oficinas, salas de aula, fábricas, supermercados, etc. (OSRAM, 2010).

❖ *Iluminação localizada*

As luminárias são estrategicamente colocadas em locais de especial interesse. Planos de trabalho onde tarefas minuciosas têm lugar, a saber inspecção ou montagem, constituem-se um bom exemplo deste tipo de sistema. Para além de preencher as necessidades individuais dos usuários, com este sistema observa-se um decréscimo abrupto do consumo de energia (OSRAM, 2010).

Quanto às desvantagens, estas residem na dependência de iluminação geral e na incomodidade que o reposicionamento das luminárias imputa ao indivíduo cada vez que alterações do layout do espaço são impostas (OSRAM, 2010).

❖ *Iluminação de tarefa*

Neste caso, as luminárias posicionam-se próximo do plano de execução de tarefas sendo que apenas uma pequena área desse plano é iluminada. As vantagens deste sistema reflectem-se na economia de energia e no controlo de efeitos luminotécnicos e por este motivo este sistema deverá ser acompanhado por outro tipo de iluminação (OSRAM, 2010).

4.2.5 Tipos de Iluminação

❖ Quanto à fonte:

Como já foi referido, existem dois tipos de iluminação: artificial e natural. Abordando a temática da iluminação artificial, Bartolomeu (2003) frisa a existência de uma vasta diversidade de lâmpadas que variam no comprimento de onda, no fluxo luminoso e no rendimento eléctrico. As lâmpadas habitualmente utilizadas nos locais de trabalho e as suas características apresentam-se sob uma perspectiva gráfica nas Figuras 25 e 26. Os dados foram retirados do quadro 1 da página 30 da dissertação com o tema: “ *Projecto de Iluminação de Ambientes Internos Especiais*” publicado, por Fiorini, em 2006.

¹² Uma das duas maiores empresas de produção, comercialização de lâmpadas e sistemas de iluminação de todo o mundo.

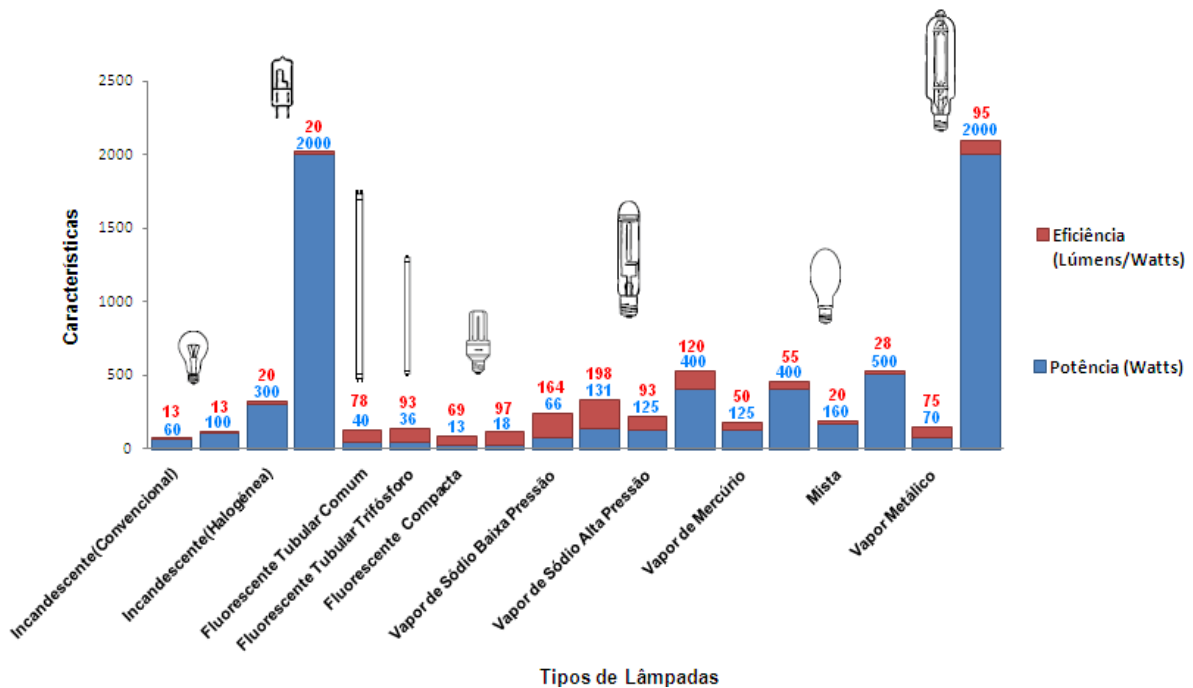


Figura 25 Eficiência e potência das lâmpadas (Adaptado de (Fiorini, 2006)).

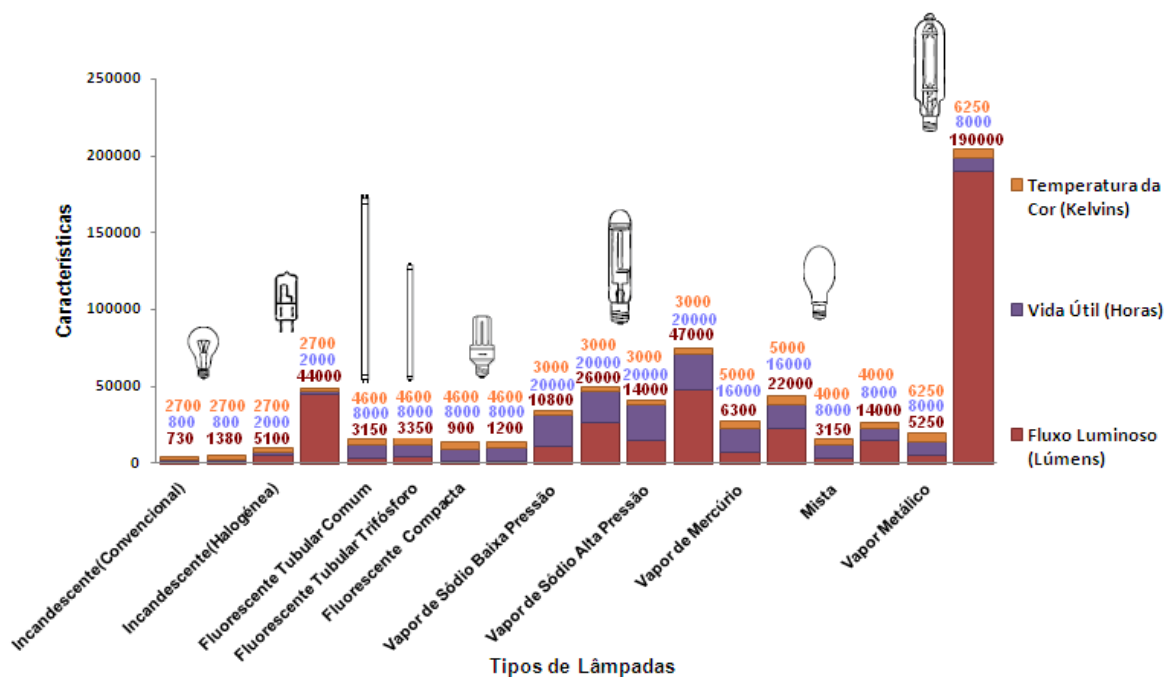


Figura 26 Temperatura, Vida útil e Fluxo luminoso das lâmpadas (Adaptado de (Fiorini, 2006)).

❖ Quanto ao receptor:

Enquanto dispositivos de suporte, as luminárias são responsáveis pela distribuição uniforme do fluxo luminoso em função do ângulo em que é medido; pela estabilização da temperatura de operação dentro dos valores limite admissíveis e por assegurar a facilidade de manutenção e conservação da fonte (Fiorini, 2006) e (Ferreira, 2008).

Segundo Fiorini (2006), a luminária é um dos requisitos essenciais na qualidade de iluminação uma vez que dela dependem a determinação de contrastes, a existência ou inexistência de ofuscamento, a facilidade de adaptação e bem-estar visuais.

No que diz respeito à forma como a luz é distribuída, Miguel (2007), com base em critérios estabelecidos pela CIE (Commission Internationale de L'Éclairage) destaca 5 tipos de luminárias (Tabela 8), distinguindo-as entre:

Tabela 8 Classificação das luminárias (Adaptado de (Miguel, 2007)).

Classe de luminária	Definição	Distribuição do fluxo com respeito à horizontal (%)	
		Para cima	Para baixo
Directa	O fluxo luminoso incide directamente sobre a superfície/receptor para que a dispersão causada seja a menor possível.	0-10	90-100
Semidirecta	A maior parte do fluxo é directamente desviada para a superfície/receptor ao passo que apenas uma pequena parte provém de reflexões de outras superfícies ou corpos.	10-40	60-90
Difusa	As luminárias difundem o fluxo luminoso não apenas numa direcção mas em várias originando poucas sombras e com uma baixa probabilidade de ofuscamento.	40-60	40-60
Semi-indirecta	Apenas uma pequena parcela de fluxo luminoso directo incide na superfície/receptor ao passo que grande parte dele chega sob a forma de reflexão de outros corpos e superfícies (tectos, paredes). Não é usualmente aplicada devido à sua baixa frequência.	60-90	10-40
Indirecta	O fluxo luminoso emitido pela fonte e que atinge a superfície/receptor provém da reflexão em outras superfícies ou corpos.	90-100	0-10

Quanto à determinação da característica de cada luminária, esta pode ser obtida por meio de curvas de distribuição luminosa, conforme representado na Figura 27.

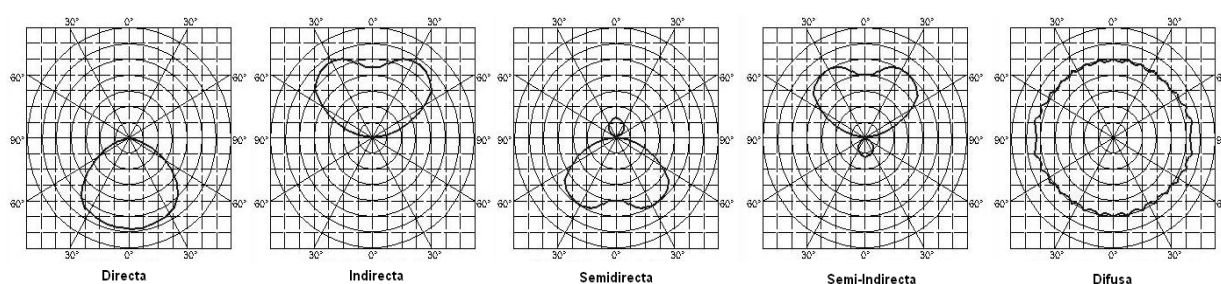


Figura 27 Representação gráfica de algumas curvas de distribuição luminosa (Fiorini, 2006).

Esta representação é suportada graficamente por um sistema de coordenadas polares em que a Intensidade luminosa é distribuída por todos os ângulos do plano incidente, referenciado a 1000 lúmens (OSRAM, 2010).

4.2.6 Iluminação no Âmbito Industrial

Com o intuito de melhorar a produtividade e a segurança, iluminação eficiente e economicamente sustentável é frequentemente procurada para actividades específicas na indústria (OSRAM, 2007).

A Philips no seu manual: "Iluminação Industrial", publicado em 2001, refere a segurança, a produtividade, o conforto visual e a qualidade de iluminação como variáveis intimamente ligadas aos níveis de iluminância adoptados no sector industrial.

❖ *Segurança e Produtividade*

A iluminação eficiente é responsável pelo aumento da produtividade e pela consequente diminuição, a longo prazo, de custos operacionais e de manutenção. Neste sentido, níveis de iluminância ideais bem como a optimização da direcção dos pontos de luz, reduzem erros e minimizam o risco de ocorrência de acidentes, visto promoverem orientação através do meio envolvente, iluminarem obstáculos e sinais evitando, assim, comportamentos de risco (OSRAM, 2007).

Uma boa iluminação contribui para a redução da sinistralidade. Esta afirmação é corroborada pela diminuição do número de acidentes de trabalho à medida que os níveis de iluminância aumentam, conforme mostra a Figura 28 (Philips, 2001).

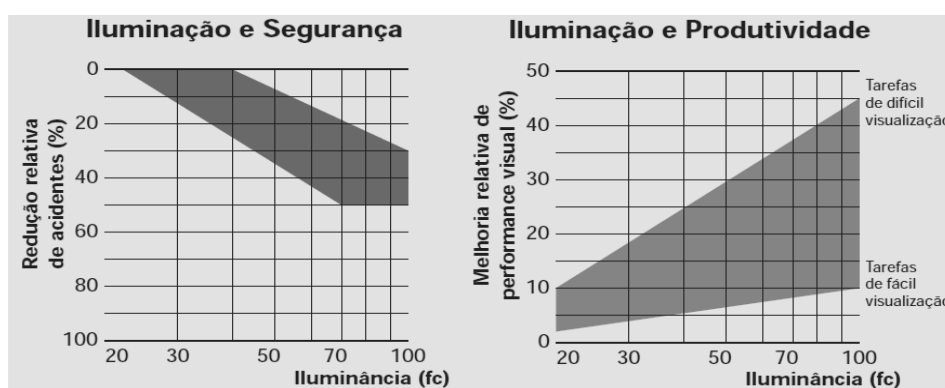


Figura 28 Acidentes/performance visual em função dos níveis de iluminância (Philips, 2001).

Paralelamente, a iluminação ideal é aquela que influencia positivamente a performance visual do indivíduo quer nas tarefas de difícil ou de fácil visualização (Philips, 2001).

❖ *Conforto visual e qualidade de iluminação*

O desempenho dos indivíduos face à execução de tarefas e a redução de erros prende-se com a escolha correcta da iluminação de acordo com a tarefa a desempenhar. Isto é definido pelo tamanho, forma e taxa de processamento das peças e pelas condições do meio ambiente envolvente (OSRAM, 2007).

Segundo esta fonte a iluminação uniforme e o posicionamento apropriado das luminárias evita o encadeamento proveniente da superfície das peças e do plano de trabalho e evita o cansaço prematuro dos trabalhadores. A Figura 29 demonstra, graficamente, a relevância dos níveis de iluminância atendendo às necessidades de conforto e à qualidade da execução de tarefas (OSRAM, 2007).

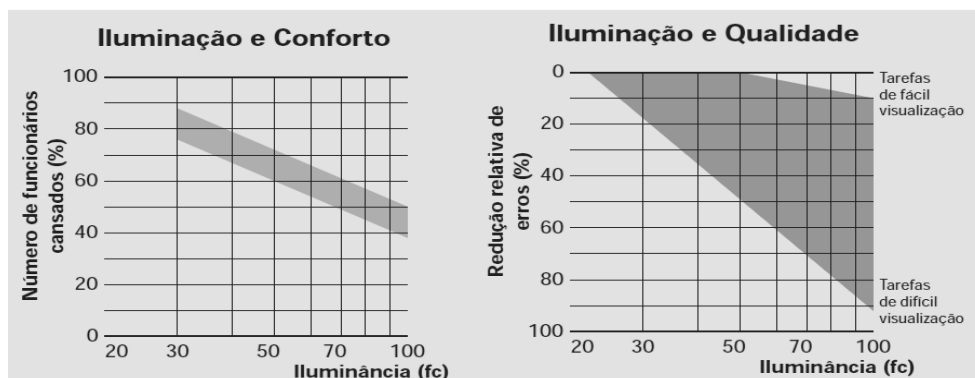


Figura 29 Cansaço visual/Redução de erros em função dos níveis de iluminância (Philips, 2001).

Bons níveis de iluminância desmascaram tarefas visualmente monótonas, evitando que o indivíduo, que as desempenha experimente o fenómeno da fadiga visual. Nas tarefas de visualização fácil, e até mesmo nas mais complexas, bons níveis de iluminância contribuem significativamente para a redução de erros (Philips, 2001).

Segundo Lavos et al. (2010), estudos realizados nos EUA (Estados Unidos da América) permitiram inferir que melhorias da qualidade de iluminação resultam num aumento da produção em 16%, diminuição de erros em 28% e diminuição de acidentes de trabalho em 50%.

4.2.7 Iluminação Deficiente: Consequências

"Aquilo que não se consegue ver desconhece-se ou esquece-se." (Bartolomeu, 2003)

Para este autor, a iluminação deficiente pode constituir-se um risco potencial no que respeita à omissão de sinais de alerta ou perigo e à ocorrência de fenómenos como efeito estroboscópico, queda de rendimento, fadiga visual que não raro culminam em acidentes de trabalho.

A nível fisiológico, o indivíduo vítima de défice de iluminação está sujeito a queda de rendimento. A queda de rendimento manifesta-se quando em causa estão tarefas dependentes de empenho visual e concentração. Linhas de montagem e inspecção constituem-se exemplos deste tipo de fenómeno (Scaramucci, 2009).

A Xerox¹³, em parceria com pesquisadores da Cornell University, realizou um estudo e descobriu que em espaços que exibem iluminação deficiente o tempo de trabalho perdido somou 15 minutos ao fim de cada dia. Fazendo um balanço total das perdas, este tempo perdido representaria uma semana de férias paga a cada trabalhador por ano (Lavos et al., 2010).

Filho et al. (2004) realça outra consequência da iluminação deficiente: a fadiga visual. Segundo o autor, a fadiga dá indícios da sua presença ao fim de 2 horas de trabalho ao passo que nas mesmas condições mas com iluminação adequada esta só se verifica passado 8 horas, daí 90% dos casos de fadiga estarem relacionados com o cansaço visual.

Contudo não é apenas a iluminação deficiente a responsável pela fadiga visual, sabe-se que um nível de iluminação excessivo pode ser contraproducente.

Por exemplo, Miguel (2007) afirma que níveis de iluminância superiores a 1000 lux aumentam significativamente o risco de reflexões prejudiciais, sombras e contrastes. Inerentes à qualidade de iluminação estão também factores como paredes e tectos que deverão envergar cores mais claras em contraste com o pavimento que deverá ser mais escuro.

Mencionando Barros (1993), Filho et al. (2004) revela, com base em estudos realizados pela marinha dos EUA, que um trabalhador após 5 dias de trabalho sob condições de marcante

¹³ Empresa que atua no setor de tecnologia da informação e documentação. É mundialmente conhecida como a inventora da fotocopiadora, embora também desenvolva e fabrique outros produtos, como impressoras e papel.

contraste de claridade perde aproximadamente 15 % da sua eficiência em consequência da fadiga visual. Estudos realizados em 2000 por este autor a 484 Cirurgiões dentistas, concluíram que 38,71% dos profissionais do sexo masculino e 20,59% do sexo feminino eram portadores de deficiências visuais e que a esta doença era atribuído o terceiro lugar entre as doenças ocupacionais da área.

Os sintomas de fadiga visual traduzem-se em ardor, vermelhidão nos olhos, lacrimejamento e é frequentemente acompanhada por cefaleia, vertigens e desconforto (Scaramucci, 2009).

A incúria destes sintomas, como evidência de fadiga visual, pode resultar em doenças como stress, depressão, alterações do sistema nervoso, angústia, problemas musculo-esqueléticos, origem ou agravamento de doenças do foro visual, como estigmatismo, miopia, etc (Bartolomeu, 2003) e (Lavos et al., 2010).

A idade também é um factor a considerar. Correa da Costa (2006), no seu livro "Iluminação Económica: Cálculo e Avaliação", defende que ocorre uma diminuição progressiva da acuidade visual¹⁴ à medida que a idade avança e que esta se acentua sobretudo após os 50 anos.

Já para Ferreira (2008) esta diminuição tem início um pouco mais cedo, entre os 40 e os 50 anos.

Um estudo levado a cabo por Weston e Fortuin demonstrou que um adulto com 40 anos necessita de 200 lux para desempenhar uma tarefa de leitura sem esforço, em comparação com um jovem de 20 anos que apenas necessita de 50% desse nível de iluminância e de uma criança que só precisa de 30%. (Barbosa et al., 2010).

A capacidade para distinguir e reconhecer as cores também diminui em particular para as faixas de comprimento de onda correspondente aos tons verdes-azuis, azuis-violetas e cores pálidas (branco). Aos 55 anos inicia-se a deterioração nos tons roxo-verde (Ferreira, 2008).

❖ Efeito Estroboscópico

Para Ferreira (2008), o efeito estroboscópico resulta da cintilação de lâmpadas fluorescentes alimentadas por corrente monofásica. Este fenómeno causa no operador de máquinas, nomeadamente máquinas rotativas, a sensação de pseudo velocidade de rotação, isto é, a máquina aparenta rodar a uma velocidade inferior ao movimento real, induzindo, não raro, em determinados instantes, à sensação enganosa de ausência de movimento ou, em oposição, à sensação de deslocação contrária à observada.

De forma a impedir a ocorrência deste fenómeno, o sistema de iluminação fluorescente deverá ser alimentado por corrente eléctrica trifásica e as lâmpadas distribuídas pelas três fases (Ferreira, 2008).

Caso esta solução não seja viável, duas lâmpadas fluorescentes que estejam a iluminar a mesma máquina deverão ser ligadas a duas fases distintas do sistema trifásico de tensão eléctrica, para que a cintilação das lâmpadas passe a ocorrer desfasada e consequentemente o efeito estroboscópico se anule (Bartolomeu, 2003).

4.2.8 Iluminação na CorK Supply

O CTCOR (Centro Tecnológico da Cortiça) num estudo efectuado ao sector da cortiça encontrou uma elevada dispersão de valores de iluminância, sem qualquer significância por posto de trabalho, optando por recomendar às empresas o ajuste dos valores recomendados em normas internacionais.

Miguel (2007) refere que de país para país, não raro também estão presentes incongruências no que concerne aos níveis de iluminância. Contudo, o autor acrescenta que na generalidade dos casos para diferentes actividades os valores variam entre os 150 e os 2000 lux, valores muito inferiores aos obtidos com luz natural.

Neste respeito a norma *DIN 5035-2: 1990* apresenta valores de iluminância que oscilam neste intervalo (Tabela 9):

¹⁴ Capacidade de distinguir os detalhes dos objectos.

Tabela 9 Níveis de Iluminância de acordo com a actividade (Miguel, 2007)

Nível	Iluminância (Lx)	Actividade	
1	15		
2	30	Orientação, estadias temporárias.	só
3	60		
4	120	Tarefas ligeiras com contrastes elevados.	Trabalhos em armazéns, estaleiros e minas;
5	250		Salas de espera, trabalhos de pintura e polimento.
6	500	Tarefas normais com detalhes médios.	Trabalhos em escritórios, processamento de dados, leitura;
7	750		Tingimento de couro, rebarbagem de vidro.
8	1000	Tarefas visuais exigentes com pequenos detalhes.	Desenho técnico, comparação de cores;
9	1500		Montagem de pequenos elementos em electrónica.
10	2000	Tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos.	Montagem de componentes miniaturizados, trabalhos de relojoaria, gravação.
11	3000		Montagem fina, com tolerâncias muito apertadas.
12	≥ 5000	Casos especiais.	Salas de operações.

As tarefas desempenhadas na secção em estudo - Escolha Manual de Rolhas- são inteiramente de carácter visual. A luz natural é escassa e por isso o posto de trabalho está dependente da luz artificial projectada por um sistema de iluminação localizada. São inúmeros os detalhes que se movimentam em questão de segundos pelos tapetes de escolha manual. Estes detalhes ou defeitos gravados nas rolhas variam consoante a sua designação técnica: bicho; ano sêco; fendas críticas e menores; caleiras; mancha amarela; verde e repasse.

Assim, a prossecução do objectivo zero defeitos imputa nos trabalhadores esforço e destreza visuais e concentração aliados a uma monotonia sempre presente e de níveis de ruído contínuo. Traçado o perfil do posto de trabalho e com base na norma *DIN 5035-2: 1990* chega-se à conclusão que o nível de iluminância aceitável deverá corresponder ao intervalo entre os 1000 e o 1500 lux (Consultar Tabela 9).

4.2.9 Enquadramento Legal e Normativo

De uma perspectiva hierárquica a legislação sobrepõe-se às normas, contudo as referências à iluminação na legislação portuguesa resumem-se a um ínfimo conjunto de decretos e portarias que

do ponto de vista da Higiene e segurança são pouco específicas nomeadamente no que diz respeito à definição de valores limite de iluminância.

Por exemplo, e concretamente para o caso em estudo, a *Portaria nº 702/80 de 22 de Setembro*, que regula a Segurança e Higiene nos estabelecimentos industriais, refere sucintamente no nº 1 do artigo 20.º, o seguinte:

❖ Iluminação de Segurança

"...em todas as escadas principais, nas saídas dos locais de trabalho e nas respectivas vias de acesso" sistemas de iluminação de segurança deverão ser assegurados.

Na eventualidade da ocorrência de um incêndio deverão estar presentes nas instalações *"indicadores munidos de dispositivos do tipo cata-fogos, pinturas fosforescentes, lâmpadas alimentadas por pilhas ou acumuladores."*

❖ Sistemas de Iluminação e Efeito Estroboscópico

Conforme disposto no nº 2, do mesmo artigo, *" a iluminação geral deve ser de intensidade uniforme de modo a evitar sombras prejudiciais"*,

O nº 4 menciona que os sistemas de iluminação devem ser instalados estrategicamente *" de forma a evitar o encadeamento"* ao passo que o nº 5 aconselha, para locais de trabalho cuja as instalações eléctricas são susceptíveis de desencadear fenómenos como o efeito estraboscópico, a consulta e a aplicação na íntegra das *" disposições regulamentares em vigor"*.

❖ Manutenção e limpeza

Finalmente o nº 6 dissolve-se na elementaridade da orientação: *"os meios de iluminação artificial devem ser mantidos em boas condições de funcionamento e limpeza."*

Face a este cenário, surge a necessidade de "inverter" a hierarquia e neste sentido as normas passam a ocupar o topo da mesma não negligenciando, porém, a legislação anteriormente citada que deverá acompanhar sempre estes guias normativos - Figura 30.



Figura 30 Hierarquia dos documentos que regem a iluminação (de autor).

A essência das normas baseia-se em tabelas que exibem os níveis de iluminação para as diferentes actividades. Estas tabelas foram inicialmente concebidas por fabricantes de lâmpadas e mais tarde, em alguns países, o seu estatuto elevado para normas (Bartolomeu, 2003).

4.3 Ambiente Térmico

4.3.1 Mecanismos de Trocas Térmicas vs Termopsicologia Humana

Para um entendimento pleno da relação entre o organismo humano e o meio ambiente térmico envolvente, primeiro é necessário compreender os fenómenos de trocas térmicas a eles associados (Frota & Schiffer, 2006).

As trocas térmicas ocorrem na natureza por meio de mecanismos de trocas secas a saber, radiação, convecção, condução e trocas húmidas- evaporação. Nos mecanismos de trocas secas apenas estão envolvidas variações de temperatura ao passo que nos mecanismos de trocas húmidas está presente água (Frota & Schiffer, 2006).

❖ Radiação

A *radiação* define-se como a transmissão de calor sob a forma de ondas electromagnéticas particularmente na zona do infravermelho. Como este tipo de ondas não carece de um meio físico para se propagar, a transmissão da energia radiante tem lugar até mesmo no vácuo. Todos os corpos, sólidos, líquidos e gasosos emitem energia radiante que ao encontrar outro corpo transforma-se em calor. Independentemente do seu estado, dois corpos quando próximos absorvem uma parte da energia radiante emitida, uma outra parte é reflectida e ainda outra poderá no caso de o corpo ser transparente atravessá-lo. (Miguel, 2007) e (Cabirol et al., 1986)

❖ Convecção

A *convecção* consiste na troca de calor entre um fluido (líquido ou gás) e a superfície de um corpo sólido. Se o movimento do fluido for espontâneo as partes mais quentes do fluido, e por isso menos densas, sobem formando-se movimentos de convecção no fluido-*convecção natural*. Em contraste, se o movimento do fluido em contacto com a superfície do sólido for gerado mecanicamente a troca de calor é acelerada-*convecção forçada* (Frota & Schiffer, 2006) e (Cabirol et al., 1986).

❖ Condução

A troca de calor por *condução* acontece por contacto directo entre as moléculas de um corpo ou vários corpos contíguos, contudo sem deslocamento de matéria. É importante salientar que contrariamente ao que sucede com as trocas de calor por radiação, para que as trocas de calor por condução e por convecção sejam possíveis exige-se a presença de um meio material (Cabirol et al., 1986).

❖ Evaporação

Enquanto mecanismo de troca húmida, a *evaporação* resulta da mudança do estado líquido para o estado gasoso sendo a sua velocidade função das condições higrométricas¹⁵ do ar. A origem desta mudança está normalmente associada a um dispêndio de energia (Frota & Schiffer, 2006).

Posto isto, poder-se-ia citar inúmeros exemplos de corpos e sistemas em que estes fenómenos têm lugar, contudo quando as condições ambientais estão reunidas há um sistema que se destaca pela sua susceptibilidade à ocorrência simultânea destes fenómenos. Esse sistema é o corpo humano. Por razões bioquímicas e independentemente das variações de temperatura exterior, as funções vitais do organismo são asseguradas por um conjunto complexo de órgãos de percepção e centros nervosos à temperatura de 37°C (CTCOR, 2001) e (Frota & Schiffer, 2006).

A todo o momento reacções exotérmicas são desencadeadas no interior do organismo, funções como a circulação sanguínea, a respiração, o processo digestivo e a actividade muscular estão na génese dessas reacções conhecidas por metabolismo basal ou de base (Gomes, 1962).

O metabolismo basal ou de base é a quantidade mínima de energia produzida por um indivíduo em repouso físico e intelectual à temperatura ambiente de 20°C (Miguel, 2007).

¹⁵ Relação do peso do vapor de água presente no ar a uma temperatura específica e o peso do vapor saturado do ar nas mesmas condições de temperatura.

Na tabela 10 está contida a taxa de metabolismo para o adulto médio em função das diferentes actividades.

Tabela 10 Taxa de Metabolismo para o homem padrão¹⁶ (Macedo, 2004)

Actividade	Posição	Metabolismo K cal/h
Trabalho leve	-sentado, imóvel;	100
	-sentado, pequenos movimentos dos braços e do tronco;	100-140
	-sentado, pequenos movimentos dos braços e das pernas;	140-160
	-de pé, trabalho leve em máquina ou em banca.	140-160
Trabalho moderado	-sentado, grandes movimentos dos braços e das pernas;	160-200
	-de pé, trabalho leve acompanhado de marcha;	160-200
	-de pé, trabalho moderado acompanhado de marcha;	200-250
	-em marcha, levantar, empurrar ou puxar cargas moderadamente.	250-400
Trabalho pesado	-de pé, puxar ou tirar cargas pesadas intermitentemente;	400-600
	-trabalho pesado constante.	550-750

Segundo Frota & Schiffer (2006) apenas 20% da energia proveniente do metabolismo é transformada em trabalho sendo os restantes 80% transformados em calor que deverá ser dissipado para que o equilíbrio corporal seja mantido.

De acordo com Miguel (2007) para que o equilíbrio seja mantido e as funções orgânicas não sejam violentadas, o fluxo de calor produzido pelo corpo deverá ser idêntico ao fluxo de calor perdido para o ambiente-Homeotermia.

Castelo Branco da Silva (2010) citando Miguel (2007) refere que estes ganhos e perdas de calor entre o corpo e o ambiente dão-se sob duas formas: sensível e latente.

O calor sensível é função das diferenças de temperatura entre o corpo e o ambiente e é perdido para o ambiente por intermédio da condução, através do vestuário, do calçado e pela pele (pequena quantidade); da convecção entre o ar e a superfície corporal que estão dependentes da diferença entre a temperatura do ar e a do sistema corpo-vestuário e da velocidade do ar em contacto com o sistema (cerca de 40%) e da radiação que ocorre se a superfície dos corpos vizinhos apresentar uma temperatura inferior à do sistema corpo-vestuário (Castelo Branco da Silva, 2009) e (Frota & Schiffer, 2006).

Para Frota & Schiffer (2006) o calor latente envolve a mudança do estado de agregação - o suor, líquido, passa para o estado gasoso através da evaporação.

Desencadeadas, pela actividade de fenómenos como respiração, perspiração e transpiração- cujo início, para condições de trabalho moderado, dá-se a temperaturas na ordem dos 27°C - as perdas, por evaporação, apresentam uma estreita relação com os níveis de temperatura e humidade (Gomes, 1962).

A Figura 31 ilustra em pormenor o anteriormente descrito.

¹⁶ Isto é, jovem, de físico e saúde superiores ao normal, aclimatado ao calor, com peso de 70 Kg, estatura de 1,73 m, superfície do corpo 1,86 m² e temperatura média de 35° C.

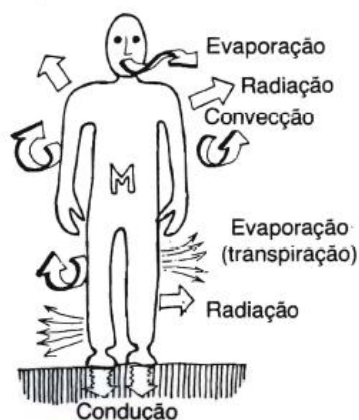


Figura 31 Trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente envolvente (Cabirol et al., 1986).

Para níveis de temperatura ambiente considerados usuais e com o ar em repouso, as trocas de calor estimam-se na proporção registada na Tabela 11 (Gomes, 1962):

Tabela 11 Proporção, em percentagem, das trocas térmicas (Adaptado de (Gomes, 1962)).

Trocas Secas (Calor Sensível)	Mecanismos de Trocas Térmicas	Proporção (%)
	Condução	Calor dissipado é pequeno (são considerados factores como calçado e vestuário).
	Convecção	35-40
	Radiação	40-45
Trocas Húmidas (Calor Latente)	Evaporação	20

Pese embora os efeitos do vestuário e do calçado sejam factores preponderantes no accionamento de trocas térmicas, é o próprio organismo que reage automaticamente às variações de temperatura (Gomes, 1962).

À medida que o corpo humano experimenta temperaturas demasiado elevadas ou baixas, uma sensação de desconforto invade-o. Com o intuito de resistir à violência térmica exercida e reequilibrar o balanço térmico os sistemas termoreguladores, no seu interior, são accionados (Macedo, 2004).

❖ Reacção ao Calor

Face a temperaturas elevadas a temperatura cutânea tende a aumentar consideravelmente optimizando as trocas de calor por radiação e convecção através do sistema nervoso simpático - *sobrecarga termoestática* (Miguel, 2007) e (Cabirol et al., 1986).

Com vista a reduzir estas perdas, os vasos responsáveis pela irrigação sanguínea da pele dilatam-se- vasodilatação periférica- aumentando a circulação sanguínea e a produção de calor resultando na forte actividade das glândulas da transpiração- *sobrecarga circulatória* (Castelo Branco da Silva, 2009) e (Cabirol et al., 1986).

Assim que o auge da actividade das glândulas da transpiração é atingido, os poros completamente dilatados perdem água que em contacto com o ar exterior evapora, despertando, ao nível da pele, a típica sensação de frio-*sobrecarga de sudação* (Cabirol et al., 1986).

Ambientes muito secos tornam-se irritantes e as mucosas secam, ao passo que ambientes muito húmidos tornam-se sufocantes impedindo a evaporação da água à superfície da pele (Cabirol et al., 1986)

❖ Reacção ao Frio

Perante situações de frio, o corpo reage no sentido de diminuir a diferença entre a temperatura cutânea e a temperatura ambiente, contribuindo para a redução das perdas convectivas e radiantes-*sobrecarga termoestática* (Miguel, 2007)

Os vasos sanguíneos contraem-se- vasoconstrição periférica- e o débito sanguíneo diminui, evitando a perda por radiação e convecção-*sobrecarga circulatória*. Como consequência os poros fecham-se e o corpo como resposta a esta agressão externa reage com o arrepio, resultado do aumento corporal interno por contracção muscular-*sobrecarga metabólica* (Castelo Branco da Silva, 2009) e (Cabirol et al., 1986).

Salienta-se também a perda de água através da respiração que é um factor inerente à termorregulação humana (Cabirol et al., 1986).

Não obstante estes mecanismos reguladores só são eficazes para determinados limites de condições de ambiente térmico (Castelo Branco da Silva, 2009).

4.3.2 Conforto Térmico: Grandezas Físicas e Características Inerentes

Resultante de sensações humanas, hábitos de vida e de condições sociais que particularizam grupos, regiões ou países, a noção de conforto não pode ser objectivamente definida e fixada. Há, contudo, um conceito básico na noção de conforto que pode marcar um limite inferior: trata-se das condições fisiológicas aliadas ao conforto térmico e higrométrico (Gomes, 1962).

De acordo com Miguel (2007) são, em regime estável, seis as condições fisiológicas de conforto térmico:

- ❖ Equilíbrio térmico (sem armazenamento e perda de calor);
- ❖ Ausência de arrepio;
- ❖ Débito de sudação óptimo;
- ❖ Temperatura cutânea média óptima (função do nível metabólico);
- ❖ Pele relativamente seca (molhagem cutânea inferior ao nível metabólico);
- ❖ Ausência de secura das mucosas bucofaríngeas.

Gomes (1962) defende ainda que para além destes factores fisiológicos, existe influência e correlação entre factores de natureza psicológica e o conceito de conforto térmico uma vez que estes também intervêm na sensação de bem-estar e, portanto, de conforto.

Cabirol et al. (1986) afirma que contrariamente ao que empiricamente se pensa, o conforto térmico não é apenas determinado pela temperatura do ar indicada no termómetro, inerentes à sua determinação encontram-se parâmetros como,

- ❖ Meio ambiente envolvente:
 - Temperatura do ar (°C);
 - Humidade relativa do ar (%);
 - Velocidade do ar (m/s);
 - Calor radiante;
- ❖ Próprio indivíduo:
 - Actividade desenvolvida;
 - Vestuário.

Variáveis como género (feminino, masculino), idade, biótipo e hábitos alimentares também deverão ser consideradas (Frota & Schiffer, 2006).

Ainda e no que diz respeito ao parâmetro temperatura do ar, Rodrigues et al. (2010) com base em Wargocki et al. (2005) refere que a optimização deste parâmetro melhora o desempenho cognitivo. A Tabela 12 relaciona as diferentes actividades com o conforto térmico à luz de alguns parâmetros relativos ao meio ambiente envolvente.

Tabela 12 Valores climáticos adequados aos vários tipos de trabalho (CTCOR, 2001).

Actividade	Temperatura ambiente (°C)	Humidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)
Administrativo	18-24	40-70	0,1
Ligeiro sentado	18-24	40-70	0,1
Ligeiro de pé	17-22	40-70	0,2
Pesado	15-21	30-70	0,4
Muito pesado	14-20	30-70	0,5

Quando estas condições não são mantidas, o indivíduo poderá entrar em stress térmico, isto é afectação do seu estado psicofisiológico por exposição a condições ambientais extremas (frio ou calor). Este estado pode ser facilmente atingido com o aumento do metabolismo, da temperatura do ar (temperatura do ar superior à temperatura do corpo) e diminuição da velocidade do ar (Castelo Branco da Silva, 2009).

Torna-se, portanto, necessário proceder ao controlo periódico destes parâmetros com o objectivo de prevenir eventuais riscos característicos do ambiente térmico (CTCOR, 2001).

4.3.3 Ambiente Térmico: Classificação e Avaliação

❖ Ambiente Térmico Quente

Calculado com base nas trocas de calor por radiação e convecção, o ambiente térmico quente caracteriza-se por um balanço térmico positivo, isto é, o corpo recebe calor (CTCOR, 2001).

Uma vez ultrapassados os níveis térmicos admissíveis, balizadores da zona de conforto, o corpo poderá entrar em stress térmico (Castelo Branco da Silva, 2009).

De acordo com Miguel (2007) são várias as razões que podem conduzir a uma situação de stress térmico:

- Aumento do metabolismo;
- Aumento da temperatura do ar;
- Aumento da temperatura radiante média;
- Modificação da velocidade do ar;
- Aumento da humidade do ar.

Na tentativa de reequilibrar o balanço térmico o organismo reage por meio dos processos de *sobrecarga termostática, circulatória e sudção* (Miguel, 2007).

No que diz respeito à avaliação deste tipo de ambientes existe, segundo Miguel (2007), uma panóplia de índices fisiológicos de stress térmico comumente usados, a saber:

- Índice de temperatura efectiva;
- Índice de Stress Térmico;
- Índice de Sudção requerida;

Contudo, existe um índice de avaliação de stress térmico que pode ser facilmente usado em ambiente industrial: Índice de temperatura húmida e de globo- WBGT. Este índice é adoptado pela norma ISO 7243:1989 (Hot environments-Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index).

Esta norma internacional aplica-se à avaliação do efeito médio do calor sobre o homem durante um período representativo da sua actividade, mas não se aplica à avaliação do stress térmico sofrido durante períodos muito curtos nem na avaliação de calor próximo das zonas de conforto.

Segundo a norma ISO 7243:1989, o método de avaliação do stress térmico baseado no índice WBGT assume-se como um compromisso entre o desejo de usar um índice muito preciso e a necessidade de ser capaz de realizar facilmente medidas de controlo no ambiente industrial.

O índice WBGT, de acordo com a norma ISO 7243:1989, combina a medição de dois parâmetros, temperatura húmida natural (t_{nw}) e a temperatura de globo (t_g) e, em algumas situações, a temperatura seca (t_a).

As expressões que se seguem, foram extraídas da norma ISO 7243:1989 e relacionam na prática os diferentes parâmetros anteriormente mencionados.

❖ Zonas interiores e exteriores (sem influência do calor solar)

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g \quad (9)$$

❖ Zonas exteriores (sob influência do calor solar)

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a \quad (10)$$

Com efeito, o índice WBGT, de acordo com a supracitada norma, pode ser usado na avaliação do stress térmico tendo em conta o metabolismo correspondente à actividade. Posto isto, o valor de referência para o WBGT em função do metabolismo encontra-se registado no Anexo A da referida norma e aqui transposto na Tabela 13 (Castelo Branco da Silva, 2009):

Tabela 13 Valores Referência para o WBGT (Norma ISO 7243:1989)

Classe da taxa metabólica	Taxa metabólica, M		Valores de Referência do WBGT			
	Referente à unidade de área superficial cutânea W/m ²	Total (referente à área superfície corporal média de 1,8 m ²)	Índividuo aclimatado ao calor (°C)		Índividuo não aclimatado ao calor (°C)	
0 (repouso)	M ≤ 65	M ≤ 117	33		32	
1	65 < M ≤ 130	117 < M ≤ 234	30		29	
2	130 < M ≤ 200	234 < M ≤ 360	28		26	
3	200 < M ≤ 260	360 < M ≤ 468	Movimento do ar imperceptível 25	Movimento do ar perceptível 26	Movimento do ar imperceptível 22	Movimento do ar perceptível 23
4	M > 260	M > 468	23	25	18	20
Nota: Os presentes valores foram estabelecidos para uma temperatura rectal máxima de 38°C.						

❖ Ambiente Térmico Neutro

Os desperdícios resultantes das trocas convectivas, radiantes e condutivas; bem como as perdas de calor por respiração equilibram a produção de calor metabólico sem que o corpo do indivíduo tenha de accionar mecanismos internos de defesa contra o calor ou contra o frio (Miguel, 2007).

Miguel (2007) citando Fanger (1973) afirma ainda, e por outras palavras, que um ambiente neutro é um ambiente confortável para qual a temperatura cutânea média e o débito de sudação que determinam a sensação de calor, apresentam um valor óptimo.

Segundo Rodrigues et al. (2010) a avaliação de ambientes térmicos assenta regularmente nos trabalhos de Fanger. A sua teoria tem como suporte os índices PMV – PPD, os quais podem ser encontrados na norma ISO 7730:2005 (Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort). A norma ISO 7730:2005 refere o índice PMV¹⁷ (Voto Médio Previsível) como o índice médio previsível de votos de um número considerável de indivíduos, expostos ao mesmo ambiente, numa escala correspondente a sete níveis de sensação térmica, baseados no balanço térmico do corpo humano- Tabela 14.

Tabela 14 Níveis de sensação térmica (Norma ISO 7730:2005).

Nível	Sensação térmica
+3	Quente
+2	Tépido
+1	Ligeiramente tépido
0	Neutral
-1	Ligeiramente Fresco
-2	Fresco
-3	Frio

A determinação deste índice está dependente dos parâmetros físicos do ambiente térmico (temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e humidade relativa), da actividade desempenhada pelos indivíduos e do vestuário envergado (Rodrigues et al., 2010)

A partir do índice PMV é possível calcular o índice PPD¹⁸ (Percentagem Previsível de Insatisfeitos). De acordo com a norma ISO 7730:2005, o índice PPD estabelece uma previsão quantitativa da percentagem de indivíduos que sente termicamente insatisfeito.

Do ponto de vista desta norma, essa percentagem corresponde aos indivíduos que votam nível quente, tépido, fresco ou frio na escala dos níveis de sensação térmica descritos na Tabela 14.

A norma recomenda, para ambientes neutros, que os limites do índice PMV estejam compreendidos entre -0,5 e 0,5 e menor que 10 % para o índice PPD- Figura 32.

¹⁷ Do inglês Predicted Mean Vote.

¹⁸ Do inglês Predicted Percentage of Dissatisfied

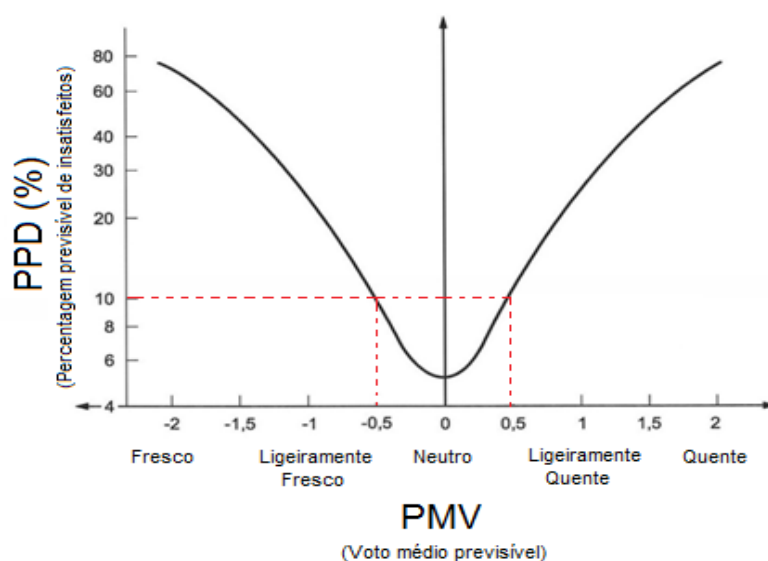


Figura 32 Valores de PPD em função dos valores de PMV (Adaptado da Norma ISO 7730:2005).

É ainda aconselhável, segundo a norma ISO 7730:2005, que os seguintes parâmetros respeitem os limites representados na Tabela 15:

Tabela 15 Balização dos parâmetros usados no cálculo do PMV (Norma ISO 7730:2005).

Parâmetro	Limites
M (met)	0,8-4
I_{cl} (clo)	0-2
t_a (m/s)	10-30
$\overline{t_r}$ (°C)	10-40
v_{ar} (m/s)	0-1
p_a (Pa)	0-2700

Rodrigues et al. (2010) mencionando um estudo desenvolvido por Corganati et al. (2009), revela a existência de uma preferência para ambientes ligeiramente tépidos no Inverno e neutros na estação temperada.

❖ Ambiente Térmico Frio

Caracteriza-se por um balanço térmico negativo cujo cálculo é baseado nas trocas convectivas e radiantes, ou seja, o corpo humano fornece calor ao meio ambiente (CTCOR, 2001).

Na gênese deste desequilíbrio térmico estão, à exceção da humidade relativa do ar, a temperatura do ar, a velocidade do ar e o calor radiante (Miguel, 2007).

Num esforço de manter um balanço térmico próximo do zero o organismo reage através dos processos de *sobrecarga termostática, circulatória e metabólica* (Miguel, 2007).

Para a avaliação dos ambientes frios o índice mais adequado é o WCI (Wind Chill Index) ou do português *índice de arrefecimento pelo vento* que combina as acções da temperatura e da velocidade do ar (Miguel, 2007).

Oliveira (2006) citado por Castelo Branco da Silva (2009), afirma que o WCI descreve a taxa de calor perdida por radiação em função da temperatura do ar e da velocidade do vento (admitindo uma temperatura superficial de 33°C). Assim, o WCI é calculado através da seguinte expressão (Miguel, 2007):

$$WCI = 116(10\sqrt{v_a} + 10,45 - v_a) \times (33 - t_a) \quad (11)$$

Sendo:

- ❖ WCI: Índice Wind Chill (W.m^{-2});
- ❖ V_a : Velocidade do ar (m/s);
- ❖ T_a : Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$).

Ainda e segundo Miguel (2007) para que não se manifestem os efeitos nocivos do frio nas partes expostas do corpo, é aconselhável que o valor do WCI não ultrapasse os 1300 W.m^{-2} .

4.3.4 Exposição a Ambientes Térmicos Extremos: Consequências

Como já foi mencionado é vital que a temperatura do corpo humano se mantenha dentro de limites estreitos. Quando esses limites são violados por meio de extremo frio ou calor, um mal-estar invade o corpo humano à medida que os sistemas termo-reguladores que o constituem funcionam no sentido de resistir às agressões térmicas (Macedo, 2004).

No ínterim e consequentemente pode ocorrer diminuição de rendimento do trabalho, aumento da probabilidade de acidentes, os indivíduos portadores de doenças terão tendência a piorar o seu estado de saúde e sofrer mudanças comportamentais (Macedo, 2004).

Por exemplo, no que diz respeito à influência das condições higrométricas sobre o rendimento no trabalho, os primeiros estudos realizados pela Comissão Americana de Ventilação remontam ao ano de 1916, principalmente devido aos interesses de produção surgidos com a revolução industrial e às situações especiais de guerra em que o deslocamento de tropas para regiões com diferentes tipos de clima era frequente (Frota & Schiffer, 2006).

Esses estudos, segundo Frota & Schiffer (2006), vieram corroborar os resultados encontrados anteriormente por Herrington, o qual concluiu que para o trabalho físico um aumento da temperatura de 20°C para 24°C diminui o rendimento em 15% e à temperatura ambiente de 30°C e a uma humidade relativa de 80% a queda de rendimento ronda os 28%.

Estudos desenvolvidos em minas na Inglaterra mostraram que o rendimento do trabalhador é 41% menor quando a temperatura efectiva é de 27°C em contraste com o rendimento obtido à temperatura efectiva de 19°C (Frota & Schiffer, 2006).

O decréscimo do rendimento pode incorrer em acidentes de trabalho. Esta afirmação é apoiada por Frota & Schiffer (2006) o qual defende, com base em pesquisas realizadas, a existência de uma relação entre as mudanças de estação do ano e as variações de produção industrial e a presença de correlação entre ambientes termicamente desconfortáveis com a elevada incidência de acidentes no trabalho.

A severidade das consequências pode ainda traduzir-se por,

Acção do Ambiente térmico quente:

- ❖ Transtorno sistemático (golpe de calor ou esgotamento);
- ❖ Transtorno cutâneo (erupção, anidrose, deficiência congénita das glândulas sudoríparas, queimaduras do sol);
- ❖ Alterações psíquicas (fadiga térmica);

- ❖ Maior susceptibilidade a outras doenças;
- ❖ Aumento da incidência de doenças cardiovasculares e de perturbações gastrointestinais (CTCOR, 2001).

Ação do Ambiente térmico frio:

- ❖ Frietas (inchaço duro e vermelho nos dedos e mãos);
- ❖ Eritrocianose (alteração circulatória provocada pelo frio);
- ❖ Pé-de-trincheiras (pé cor de cera ou violácio, com edemas e flictenas esbranquiçados);
- ❖ Hipotermia (falência da termorregulação);
- ❖ Reumatismo (CTCOR, 2001)

Castelo Branco da Silva (2009) citando Oliveira (2006) acrescenta as doenças do foro cardiovascular (bicaídas e pressão arterial elevada) e respiratório (asma, bronquite crónica, rinite, tosse e hemorragias nasais) como consequência da exposição prolongada ao frio.

4.3.5 Controlo do Ambiente Térmico

Quando os níveis de ambiente térmico estipulados como níveis limite são ultrapassados, medidas de ordem técnica ou organizacional deverão ser tomadas. Posto isto, admitem-se três soluções:

Medidas Organizacionais	Calor e Frio:	Medidas Construtivas ou de engenharia	Medidas de Protecção individual	Calor e Frio:
	-Ventilação; -Climatização. <u>Calor - protecção de paredes (tectos em particular):</u> -Aumento do coeficiente de reflexão de paredes; -Aumento da resistência térmica das paredes; -Aumento do coeficiente de transmissão de calor das paredes. <u>Calor - protecção das superfícies vidradas:</u> -Diminuição do fluxo de calor incidente; -Aumento do coeficiente de reflexão dos vidros; -Absorção do fluxo incidente nos vidros.			-Vestuário de protecção; -Calçado apropriado; <u>Calor:</u> -Óculos (por exemplo próximo de fontes de calor radiante óculos com lentes de retenção de 95% de radiação infravermelha deverão ser usados). -Luvas e aventais (de preferência confeccionados com materiais que possuam um elevado coeficiente de absorção de calor radiante).

Figura 33 Medidas de controlo do ambiente térmico (Adaptado de (CTCOR, 2001)).

4.3.6 Ambiente Térmico na Cork Supply

Segundo a CTCOR (2001) nas indústrias de preparação da cortiça os trabalhadores não usufruem em geral, de qualquer meio aclimatizador, e nas cargas e descargas das estufas, estão sujeitos a temperaturas que em alguns casos podem ser elevadas, não usando qualquer tipo de roupa ou de protecção adequada para o efeito.

Especificamente para a secção em estudo- Escolha Manual- os pontos críticos emergem sobretudo de uma leve e compassada sinergia dos membros superiores aliada a uma inércia dos membros inferiores, o que resulta num baixo metabolismo que face a temperaturas elevadas ou baixas pode culminar no desconforto por parte do trabalhador.

Analogamente ao que acontece na generalidade das indústrias de preparação e transformação da cortiça, a Cork Supply não possui ventilação forçada, apenas ventilação natural proveniente da abertura e fecho do Portão. Se na primavera essa situação poderá contribuir para a manutenção do nível de conforto, no pico do Verão e do Inverno poderá desencadear um afastamento abrupto da zona de conforto.

4.3.7 Enquadramento Legal e Normativo

Analogamente ao que acontece com a iluminação, a alusão ao ambiente térmico na legislação portuguesa é muito vaga no que concerne à classificação, avaliação e estipulação dos respectivos valores limites de exposição para diferentes ambientes térmicos.

Estabelecendo uma comparação com o agente físico ruído também não existe *sectorialmente* nenhum diploma que regulamente o ambiente térmico no ramo da indústria da madeira e da cortiça.

Com efeito, a *Portaria nº 702/80 de 22 de Setembro* que regula a prevenção técnica dos riscos profissionais e a higiene nos estabelecimentos industriais e a qual confere alterações à *Portaria 53/71 de 3 de Fevereiro* refere, nos termos do nº1 do artigo 24.º, sob a epígrafe "Temperatura e Humidade" :

- 1- *"As condições de temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser mantidas dentro dos limites convenientes para evitar prejuízos à saúde dos trabalhadores".*

O critério disposto no nº1 estende-se sob o tópico "*Recomendação*" o qual defende a integração de medidas organizacionais, construtivas ou de protecção individual sempre que "*por condicionalismos tecnológicos não for possível ou conveniente modificar as condições de temperatura e humidade.*" e acrescenta ainda que "*não devem ser adoptados sistemas de aquecimento que possam prejudicar a qualidade do ar ambiente*".

A *Portaria 987/93 de 1 de Outubro* que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/654/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho complementa com o artigo 7.º o anteriormente mencionado nº1 do artigo 24.º da *Portaria nº 702/80 de 22 de Setembro*:

- 1- *" A temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser adequadas ao organismo humano, levados em conta os métodos de trabalho e os condicionalismos físicos impostos aos trabalhadores."*

O nº 2 do mesmo artigo salienta a importância da adequação da temperatura e humidade ao organismo humano em locais destinados ao convívio social assim como "*instalações sanitárias, cantinas e instalações de primeiros socorros*".

No que respeita a medidas organizacionais o nº 3, do artigo 7.º, reforça que "*as janelas, as clarabóias e as paredes envidraçadas não devem permitir uma excessiva exposição ao sol, tendo em conta o tipo de trabalho e a natureza do local de trabalho.*"

Ainda e o sob o mote medidas organizacionais o nº 4 do artigo 7.º recomenda a colocação de resguardos de protecção na proximidade de "*fontes nocivas de calor*" ou outras.

O artigo 9.º conclui: "*Os postos de trabalho devem estar instalados em locais com isolamento térmico compatível com o tipo de actividade desenvolvida e o esforço físico exigido aos trabalhadores.*"

De uma perspectiva universal emerge no panorama legislativo a 1 de Outubro de 2009 a *Lei nº 102* que regulamenta o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho conforme previsto no artigo 284.º do Código do Trabalho.

As medidas enunciadas neste diploma destinam-se em particular à protecção da trabalhadora grávida, puérpura ou lactante de acordo com o previsto no n.º 6 do artigo 62.º do Código do Trabalho bem como à protecção do trabalhador menor de acordo com o previsto no n.º 6 do artigo 72.º do Código do Trabalho.

Posto isto, a alínea e) do artigo 57.º refere, sob a epígrafe "Agentes Físicos," o seguinte:

"*São condicionadas à trabalhadora grávida as actividades que envolvam a exposição a agentes físicos susceptíveis de provocar lesões fetais ou o desprendimento da placenta, nomeadamente, ...*

e) Temperaturas extremas, de frio ou de calor."

A alínea d) do artigo 69.º sob a mesma epígrafe acrescenta:

"*Podem ser realizadas por menor com idade igual ou superior a 16 anos, desde que o empregador cumpra o disposto no n.º 2 do artigo anterior, as actividades em que haja risco de exposição aos seguintes agentes físicos:...*

d) Temperaturas inferiores a 0°C ou superiores a 42°C."

Sem prejuízo da legislação supra citada e do seu contributo para o controlo do ambiente térmico, as normas ocupam, à semelhança do que ocorre com variável iluminação, o topo da hierarquia-Figura 34.

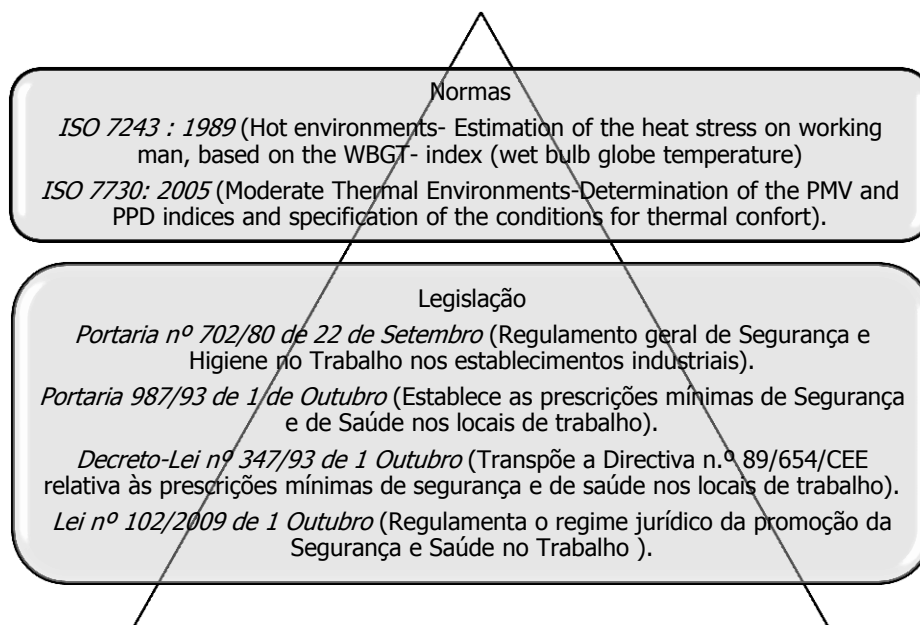


Figura 34 Hierarquia dos documentos que regem o Ambiente Térmico (de autor).

4.4 Tempo de Reacção

4.4.1 Factores Influenciadores do Comportamento do Indivíduo

Pinto et al. (2006), tendo por base Maslow, refere que o comportamento de um indivíduo obedece a uma hierarquia de necessidades, sustentada pelas necessidades fisiológicas elementares culminando no auge das necessidades de auto - realização.

Na óptica de Maslow a satisfação de necessidades já satisfeitas não motivam os indivíduos nem tampouco a satisfação de necessidades a um nível elevado podem satisfazer indivíduos cujas necessidades elementares não estão colmatadas (Pinto et al., 2006).

A teoria da hierarquia das necessidades, subjacente à teoria do conteúdo da motivação, nasce do princípio de que cada indivíduo é motivado para satisfazer as suas necessidades. Assim Maslow classifica as necessidades humanas numa hierarquia de cinco níveis (Pinto et al., 2006):



Figura 35 Pirâmide das necessidades (Adaptado de (Pinto et al., 2006)).

- ❖ *Fisiológicas ou de sobrevivência*: necessidades elementares que asseguram a sobrevivência do indivíduo. Quando não estão satisfeitas nenhuma outra necessidade deriva motivação. Por exemplo, será muito improvável motivar uma pessoa esfomeada a tirar um curso de informática com vista a conseguir um emprego conveniente;
- ❖ *De segurança*: incluem protecção física contra a falta de saúde e outros riscos. Segundo Maslow, se as necessidades fisiológicas estiverem colmatadas, as necessidades de segurança ocuparão um lugar de principal destaque;
- ❖ *Sociais*: necessidade do indivíduo interagir socialmente com outros. Uma vez satisfeitos os dois níveis anteriores, a busca da satisfação das necessidades sociais assumir-se-á como o próximo objectivo a atingir;

Pinto et al. (2006) citando um estudo desenvolvido por Elthon Mayo numa fiação, relata que a rotação de pessoal era elevada muito em parte devido às condições hostis que se faziam sentir (humidade e poeiras), acrescentando ainda o facto de as trabalhadoras entrarem e saírem dos turnos sem registo de troca de palavras entre si.

A instituição de paragens veio, numa fase posterior, diminuir a rotação do pessoal. Mayo atribuiu esta diminuição como estando na origem de uma maior sociabilização das trabalhadoras durante o período de paragens (Pinto et al., 2006).

- ❖ *De estima (e de prestígio)*: refere-se à necessidade do indivíduo aceitar a avaliação feita ao seu desempenho no que diz respeito à auto-estima, sentimento de utilidade e reconhecimento. Verifica-se o preenchimento desta necessidade apenas se as necessidades dos níveis anteriores estiverem plenamente satisfeitas.
- ❖ *De auto - realização*: a mais nobre das necessidades. Responsável pelo auge do desenvolvimento das capacidades do indivíduo. A satisfação da necessidade de autorealização assume-se como um compromisso entre a resposta às necessidades de níveis inferiores e o auge da necessidade do indivíduo (satisfação da necessidade de auto-realização).

Aliado a estas necessidades emergem *variáveis extrínsecas* (exteriores ao indivíduo) e *intrínsecas* (inerentes ao indivíduo) que condicionam o seu comportamento e sobre as quais muitas vezes este não tem qualquer controlo -Figura 36.



Figura 36 Variáveis intrínsecas e extrínsecas ao indivíduo (OSRAM, 2010).

- ❖ **Variáveis Extrínsecas**
São variáveis exteriores ao indivíduo cuja severidade é classificada consoante o ambiente que o rodeia. Ambientes ruidosos; extremamente quentes ou frios; com iluminação excessiva, potencialmente ofuscante ou deficiente; vibrações; poeiras e gases constituem-se exemplos de ambientes hostis, não raro responsáveis pelos efeitos nocivos à saúde.
- ❖ **Variáveis Intrínsecas**
Inerentes ao indivíduo, este tipo de variáveis são influenciadas por factores de ordem social e estão condicionados à herança genética. Entre estas variáveis destacam-se:
 - Ingestão de Álcool e Medicamentos

O relatório com o tema: "*Problemas ligados ao álcool e a drogas no local de trabalho - uma evolução para a prevenção*" publicado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em 2003, refere que os mecanismos psicológicos e comportamentais da dependência de medicamentos assemelham-se aos que ocorrem na dependência do álcool.

A publicação vai mais longe defendendo que a influência dos medicamentos sobre o sistema nervoso central podem desencadear estados agudos de vigília, inquietação, irritabilidade e ansiedade ou em contraste podem levar à depressão, sonolência e insónia- Figura 37 (OIT, 2003).

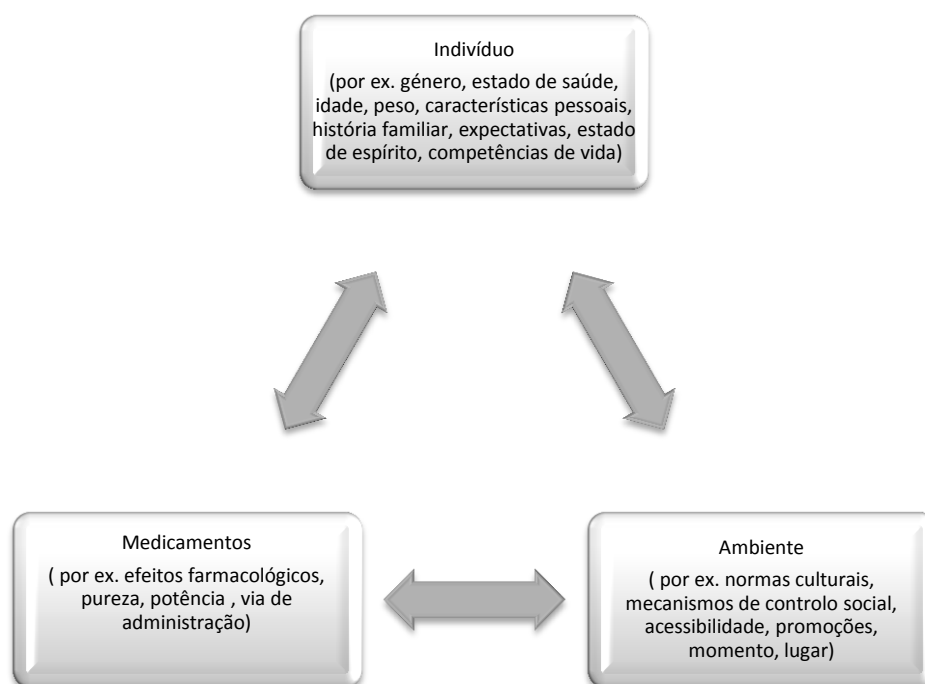


Figura 37 Indivíduo – ambiente - medicamentos (OIT, 2003).

A ingestão destas substâncias, como já mencionado, repercute-se no geral funcionamento do organismo interferindo inevitavelmente no posto de trabalho do indivíduo ao nível de Acidentes de trabalho, absentismo e produtividade - Tabela 16.

Tabela 16. Efeitos do abuso de substâncias no local de trabalho (OIT, 2003).

Acidentes	<ul style="list-style-type: none"> - 40% dos acidentes de trabalho estão relacionados com o consumo de álcool; - Os trabalhadores que ingerem medicamentos têm maior probabilidade de se envolverem num acidente de trabalho.
Absentismo	- Trabalhadores que ingerem álcool apresentam padrões regulares de absentismo à segunda-feira bem como a frequência de erros é também mais elevada nesse dia da semana.
Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento do Tempo de Reacção (TR); - Afectação da capacidade motora (movimentos desajeitados e coordenação deficiente); - Visão turva; - Tendência para o desenvolvimento de comportamentos agressivos ou depressivos; - Dificuldade na aprendizagem e memória (perda de concentração); - Baixo desempenho intelectual (raciocínio lógico afectado).

○ Obesidade

Embora excluída da lista das doenças profissionais, a obesidade contribui directamente para o surgimento de certas patologias (Paixão et al., 2009).

Paixão et al. (2009) afirma que a obesidade "*é proporcionalmente maior entre as fatalidades.*"

De acordo com um estudo realizado, 74% do absentismo acima dos 7 dias correspondiam a indivíduos com certo grau de obesidade ao passo que 1% do absentismo registado entre 3 a 6 dias referia-se a indivíduos cujo peso era considerado dentro dos limites normais. Isto acontece porque

existe uma relação directa entre a obesidade e as *doenças cardiovasculares, a diabetes* e certos tipos de *cancro* culminando em elevados índices de absentismo (Paixão et al., 2009).

Como consequência, surge o aumento do TR com perda de produtividade. Por outro lado entre os factores relacionados com a obesidade emergem os *distúrbios do sono* entre os quais, destaca-se a síndrome *da Apnéia e Hipoapnéia Obstrutiva do sono*. Pacientes com esta síndrome foram avaliados num teste de 30 a 90 minutos de simulação de condução automóvel. Os resultados revelaram que a concentração, o TR e o período recorrente ao sono alteraram-se significativamente (Paixão et al., 2009).

- Stress

Segundo a OIT (2010), estudos europeus revelaram que o stress é responsável por " 50 a 60% do total de dias de trabalho perdidos atingido 22 % dos trabalhadores da União Europeia em 2005 ", desencadeando:

- Lesões músculo-esqueléticas;
- Hipertensão;
- Úlceras digestivas;
- Doenças cardiovasculares.

O stress pode ainda incapacitar o indivíduo para a concretização das tarefas mais exigentes no trabalho e pode ser um factor importante de depressão, ou mesmo de suicídio. Assim o stress desempenha um papel importante no que diz respeito à *saúde, ao absentismo* e ao *desempenho dos trabalhadores* (OIT, 2010).

- Idade

Nunes & Costa (2009) refere, com base em estudos desenvolvidos, que o envelhecimento está associado a uma diminuição progressiva da *capacidade aeróbia, da termorregulação, do tempo de reacção, da acuidade* e dos *sentidos*, daí a avaliação das necessidades da população activa mais idosa assumir-se uma ferramenta importante na prevenção de acidentes de trabalho e problemas de saúde, bem como no combate ao absentismo e os seus custos associados.

Além disso, a percepção do trabalhador quanto à sua capacidade para o trabalho indicia que algumas pessoas atingem o seu pico aos 50 anos e 5 anos mais tarde estima-se que aproximadamente 15-25% afirmem ter uma fraca capacidade para trabalhar, em particular trabalhadores cujo trabalho seja fisicamente ou mentalmente mais exigente (Nunes & Costa, 2009).

Com efeito, a acção destas variáveis isoladamente ou em conjunto podem afectar o TR do indivíduo e como consequência originar acidentes de trabalho- Figura 38:

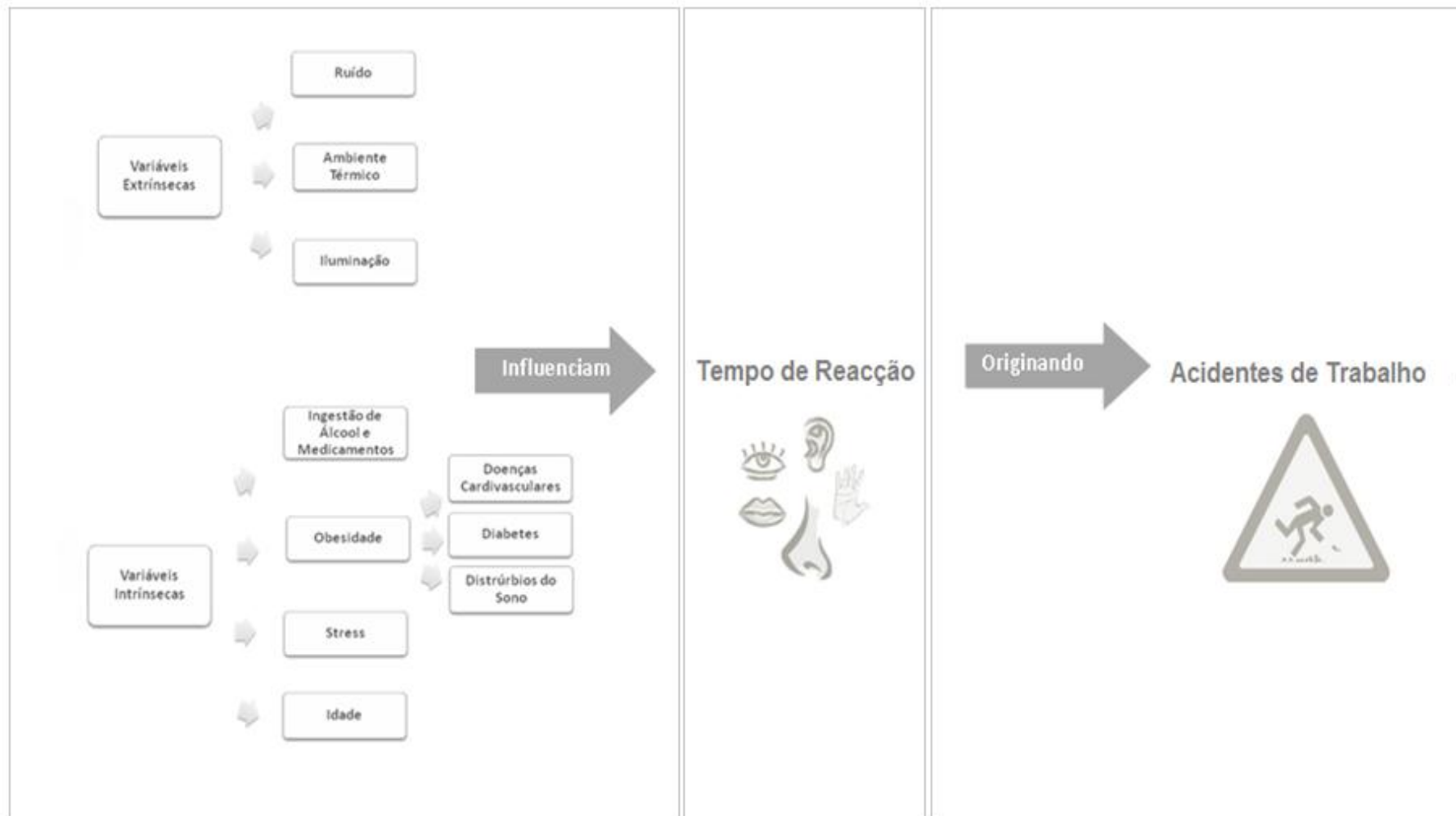


Figura 38 Relação: Variáveis extrínsecas e intrínsecas, TR e Acidentes de Trabalho (de autor).

Nesta perspectiva, urge explicar o conceito de TR bem como os estudos que têm vindo a ser desenvolvidos neste âmbito.

4.4.2 Tempo de Reacção: Conceitos e Factos

A abrangência do conceito de tempo de reacção não se resume apenas à essência do significado que lhe está subentendido, remete também para uma contextualização factual.

De uma perspectiva teórica Vaghetti et al. (2007), defende que o Tempo de Reacção Simples (TRS) pode ser entendido como *"o nível de coordenação neuromuscular, no qual os estímulos visuais, auditivos ou tácteis são descodificados pelo corpo através de diferentes processos físico-químicos e mecânicos, os quais viajam através de vias aferentes e chegam ao cérebro como estímulos sensoriais."*

Para Lima et al. (2004) o tempo de reacção traduz-se *"no intervalo de tempo entre o modelo de apresentação do sinal externo e o início da resposta muscular apropriada"* ao passo que Silva et al. (2006) define o tempo de reacção como o início da actividade muscular envolvendo *"muitos processos que começam com o controlo cortical no cérebro e terminam com a formação de pontes cruzadas dentro da fibra muscular."*

Do ponto de vista prático, é na área do desporto que o estudo desta variável ocupa um lugar de destaque não só pelo interesse nos processos físico-químicos que se desencadeiam no corpo humano durante a actividade desportiva, mas também pela importância do desempenho exigido aos atletas e que do ponto de vista de uma competição de alto nível pode significar a diferença entre "ganhar ou perder".

Vaghetti et al. (2007) acrescenta, com base em estudos desenvolvidos por Lowdon & Paternam (1979), que indivíduos com elevada habilidade motora possuem TRS mais baixos.

A respeito do estudo do TRS em atletas amadores de hóquei desenvolvido por Bhanot e Sidhu (1980), Vaghetti et al. (2007) refere diferenças significativas entre o TR auditivo e visual dos jogadores que ocupam diferentes posições em campo, corroborando a relação entre o TRS e a especificidade do treinamento.

Ainda e de acordo Bhanot e Sidhu (1980), Vaghetti et al. (2007) alega que embora não existam diferenças significativas, o TRS auditivo e visual dos jogadores de hóquei era menor entre os grupos relativos aos atletas olímpicos e universitários em contraste com o grupo composto por ex-jogadores.

Todavia, o TR é objecto de estudo igualmente noutros contextos, a saber tempo despendido na realização de tarefas que envolvem funções cognitivas de inteligência ou de processamento de informação (Ribeiro et al., 2005).

Ribeiro et al. (2005) afirma que *"o tempo de reacção em tarefas simples e tarefas complexas correlaciona-se estatisticamente com os resultados em testes de inteligência. Sujeitos com maior capacidade intelectual apresentam tempos de reacção mais breves especialmente tarefas complexas envolvendo escolha."*

Não obstante e como já foi mencionado o menor ou maior TR de um indivíduo é fruto de um conjunto de factores por vezes não controláveis e aos quais podem corresponder as mais diversas respostas. Alguns estudos recentes sobre esta matéria têm vindo a ser desenvolvidos, passa-se a apresentar dois deles.

4.4.3 Estudos de Caso

- ❖ *Estudo de Caso A: "Estudo da correlação entre a velocidade de reacção motora e o lactato sanguíneo, em diferentes tempos de luta no judo"*- Baseado nos estudos de Lima et al. (2004).

- Objectivo:

"...observar o comportamento do tempo de reacção do judoca, sob condições de esforço gradual gerado por diferentes tempos de luta de judo" e relacioná-lo com o aumento da concentração de lactato no sangue, entre competições.

- Metodologia:

Desenvolvimento do método e Local de ensaio:

Laboratório de Biodinâmica da Faculdade de Ciências da Saúde, da Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

Características dos Participantes

Nº de candidatos: 11 (atletas praticantes da modalidade- judo);

Média de Idades: $23,4 \pm 2,4$ anos;

Género: Masculino.

Etapas do ensaio:

Todo o estudo foi realizado num único dia, distribuído por três etapas:

Antes da competição (repouso);

Durante a competição;

Fim da competição;

e com espaçamento de tempo de quatro horas entre elas.

Em todas as etapas, foram recolhidas amostras de sangue com o intuito de determinar a concentração de lactato sanguíneo, bem como foram medidos os TR correspondentes.

Equipamento:

O equipamento utilizado para a concretização das medições do TR denomina-se Cybex Reactor, cujo princípio de funcionamento baseia-se na medição do TR "através da detecção da alteração de pressão no solo". A figura 39 mostra graficamente o princípio de funcionamento.



Figura 39 Medição do T R: a) Indivíduo em repouso b) Resposta ao estímulo (Lima et al., 2004).

A Figura 39 a) mostra o atleta na posição de pé e imobilizado sobre duas plataformas, com o olhar fixo no monitor que se encontra à sua frente até que um estímulo visual apareça. No instante em o que sinal visual é emitido no monitor, o atleta pressiona com pé (esquerdo ou direito) o

pictograma (círculo) correspondente que se encontra no solo, devendo a resposta ser o mais rápida possível (Figura 39 b)).

- Conclusões:

Contrariamente às conclusões a que chegou Chmura et al. (1994), Lima et al. (2004) não encontrou relação directa entre o aumento do TR e as altas concentrações de lactato no sangue.

Lima et al. (2004) não observou dependência entre o TR e o membro que executou a tarefa (pé esquerdo ou pé direito), diferentemente Mori et al. (2002) que defende a posição espacial do estímulo, o tipo de resposta (unilateral ou bilateral) e a posição do indivíduo como factores decisivos na influência do TR.

Não obstante, Lima et al. (2004) concluiu que o número de erros de execução da tarefa de TR após a competição é maior em contraste com a etapa que antecede à competição (repouso). Isto acontece porque existe uma provável dificuldade de concentração dos indivíduos após esse período, culminando em "*saídas antecipadas*" do atleta ou imobilização deste sobre as plataformas.

Estes resultados apoiam a teoria de que um desempenho satisfatório depende da concentração do indivíduo durante e após esforços de elevada intensidade e que está "*relacionado à capacidade de suportar os efeitos agudos do exercício sobre o aparato muscular*" (Lima et al., 2004).

De acordo com Lima et al. (2004) o TR e a capacidade de reagir correctamente, são factores distintos porém decisivos numa luta de judo.

As fases envolvidas no TR, desde a percepção do estímulo, assimilação da informação, propagação do sinal até a contracção muscular pode explicar em que níveis do sistema motor as deficiências ocorrem (Lima et al., 2004).

A determinação da duração dos combates pode também ter interferido na forma como os atletas geriram a intensidade do esforço, visto que o mesmo fenómeno não ocorre durante a competição, acrescenta Lima et al. (2004).

Lima et al. (2004) conclui: "*Apesar de este trabalho evidenciar alguns aspectos fundamentais para o bom desempenho do judoca, ele não verifica com precisão todos os factores envolvidos na análise do tempo de reacção*"

- ❖ Estudo Caso B: "Tempos de Reacção e inteligência: A robustez dos dados face à fragilidade da sua interpretação" (Ribeiro et al., 2005)
 - Objectivo: " *Verificar como a relação entre rapidez e a exactidão das respostas se altera em função de outras variáveis, especialmente a complexidade da tarefa, limitação do tempo da prova e a capacidade intelectual dos sujeitos.*"
 - Metodologia:

Desenvolvimento do método e Local de ensaio:

Empresa de transportes públicos

Participantes:

Nº de Candidatos:300 (condutores de veículos pesados);

Média de Idades:27 ± 6.63 anos;

Género: 58% masculino; 42% sexo feminino;

Nível de escolaridade: 77% possuem o 12º ano.

Etapas do Ensaio

Os candidatos foram distribuídos por três grupos segundo a sua capacidade intelectual. O teste teve a duração de 30 minutos.

Equipamento:

- Teste de Matrizes Progressivas de Raven, versão *Standard* (MPR-S) - versão computadorizada, operado na plataforma *Viena Test System*, com um tempo limite de 30 minutos;
- MPR-S: constituídas por 5 séries de doze itens cada, sendo o grau de complexidade progressivo em cada série e ao longo das várias séries (os primeiros itens de cada série são menos complexos em comparação com os últimos da série anterior);

Foram ainda consideradas duas variáveis:

- Número de Respostas Correctas (RC);
- Tempo Gasto em segundos nos itens respondidos correctamente.
- Conclusões:

No que diz respeito à complexidade da tarefa, Ribeiro et al. (2005) verificou um maior número de respostas certas nos primeiros itens da série devido à sua menor complexidade em contraste com os últimos itens de séries antecedentes, mais complexos. A diminuição do número total de respostas certas acentua-se à medida que a complexidade dos itens de cada série aumenta bem como à medida que se avança no nível das séries. Assim, de acordo com a Figura 40 o 12º item da 1ª série apresenta aproximadamente 150 respostas certas, menos 150 respostas certas em comparação com os primeiros itens da série seguinte, ao passo que o 12º item da 5ª série apresenta um total de respostas certas inferior a 50.

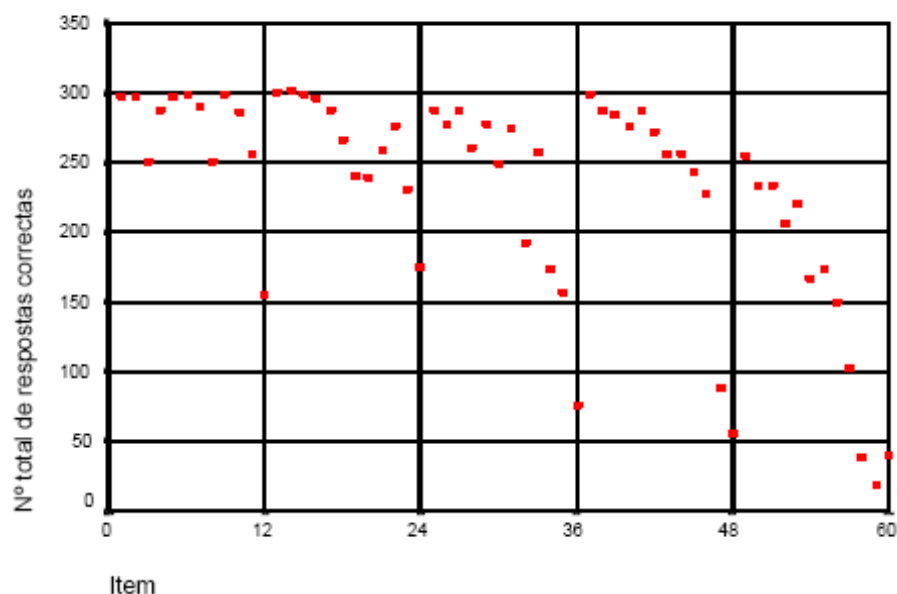


Figura 40 Nº respostas correctas ao longo das séries e em de cada série (Ribeiro et al., 2005).

Posto isto, Ribeiro et al. (2005) relacionou a complexidade da tarefa com o tempo de resposta e descobriu que *"a relação entre o número de respostas correctas e o tempo de latência¹⁹ cresce à medida que aumenta a complexidade da tarefa, quando se comparam sujeitos com diferentes níveis de capacidade."* – Figura 41.

¹⁹ Tempo decorrido entre o estímulo e a resposta correspondente.

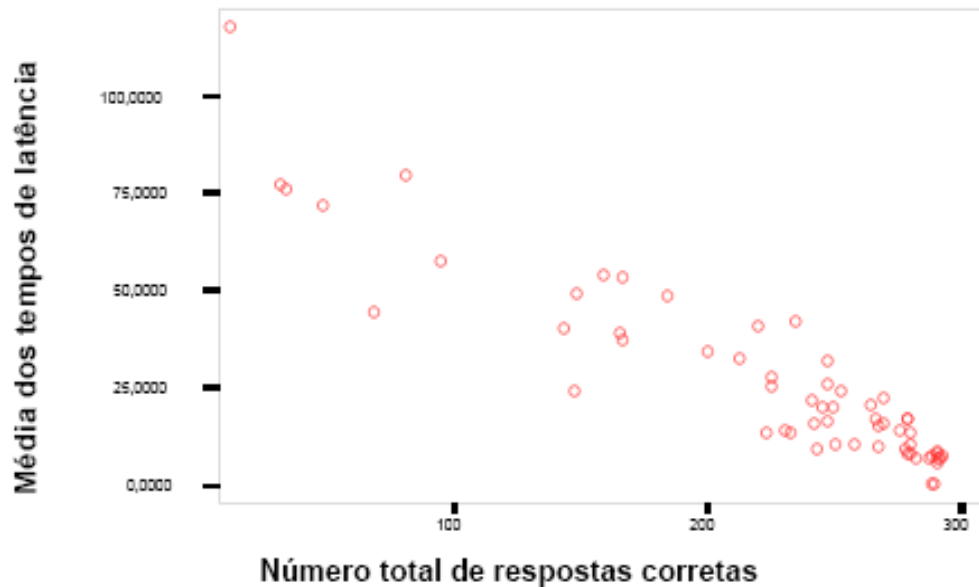


Figura 41 Nº de respostas correctas em função dos tempos de latência (Ribeiro et al., 2005) .

Confirma-se portanto, a existência de uma grande concentração de pontos na proximidade da região das 300 respostas correctas, as quais correspondem a tempos de latência muito baixos (desvio padrão próximo de zero), isto é, à medida que a complexidade da tarefa aumenta, o tempo de latência aumenta e como consequência o número de respostas certas diminuiu.

Remetendo para os últimos itens (mais complexos) pertencentes às últimas séries, Ribeiro et al. (2005) observou que os indivíduos com menor capacidade apresentam melhores tempos em contraste com os indivíduos cuja capacidade está classificada para um nível superior. A explicação para este facto reside na estratégia utilizada pelos indivíduos com menor capacidade, ou seja, quando confrontados com pouco tempo para terminar a prova respondem de forma aleatória, reforçando a ideia de que *"as diferenças individuais em termos cognitivos não são as únicas causadoras dos resultados obtidos em termos do tempo de latência"*.

Tendo isto em mente e segundo Ribeiro et al. (2005), a eficiência do indivíduo pode ser igualmente interferida por limitações no processamento de informação, assim como por aspectos de ordem não-cognitiva. Por exemplo, indivíduos mentalmente rápidos mas pouco auto-confiantes poderão desperdiçar mais tempo ao tentarem confirmar a resposta a que chegaram.

Outra conclusão prende-se com o tempo limite de execução da prova, isto é encontraram-se *"tempos mais reduzidos na realização dos itens por parte dos sujeitos com maior capacidade intelectual, reforçando a existência de um trade-off entre a rapidez e a exatidão das respostas"* (Ribeiro et al., 2005).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo estão descritas as características e o princípio de funcionamento associado a cada equipamento. Os equipamentos utilizados foram seleccionados de acordo com o tipo de variável a analisar.

❖ Ruído

O equipamento utilizado (Figura 42) foi o sonómetro da marca Solo – 573.C1 versão 7.2, equipado com um microfone condensador de precisão, classe 1 CEL – 192 2F, conforme recomendado no *nº 1 do Anexo II do Decreto-Lei nº182/2006*: "...utilização de sonómetros da classe 1 para maior exactidão das medições."



Figura 42 Sonómetro CEL – 573.C1, da classe 1 (Adaptado de (MRA, 2011)).

○ Princípio de funcionamento

Etapa 1- Calibração

De acordo com o *nº 2 do Anexo I do Decreto de Lei* anteriormente mencionado e o respectivo manual do equipamento, a primeira etapa consistiu na calibração do sonómetro para valores iguais ou próximos dos 114 dB (Nominal Free Field Level) utilizando um calibrador próprio para o efeito que depois do valor estar estabilizado é retirado e substituído pelo Tapa Vento. Ligou-se o sonómetro.

Etapa 2- Configuração do Sonómetro

Configurou-se o sonómetro tendo em conta os parâmetros da Tabela 17:

Tabela 17 Sonómetro: definição de parâmetros (Adaptado de (Castelo Branco da Silva, 2009))

Designação	Parâmetros
Intervalo de medição (dB):	[30-155]
Filtro:	Banda de oitava
Resposta do microfone:	Campo livre
Característica do tempo de Medição:	Medição em tempo real – SLM (Sound Level Meter)
Intervalo do tempo de medição (segundos):	60 s (com base na alínea a) do nº4 do AnexoI do Decreto-Lei 182/2006)
Nível sonoro contínuo equivalente Leq (dB)	Configurado

O tratamento de dados foi feito através do software dbtrait32 fornecido com o equipamento.

❖ Iluminância

A variável iluminância foi medida recorrendo a um luxímetro da marca Gosssen e modelo MAVOLUX 5032C/B USB e os dados recolhidos e registados manualmente.



Figura 43. Luxímetro Gosssen: Modelo MAVOLUX 5032C/B USB (Guedes, 2010)

○ Princípio de Funcionamento

O luxímetro (Figura 43) é constituído por uma célula fotoelétrica (sensor de luz) cuja função consiste na medição da intensidade luminosa proveniente de fontes naturais e/ou artificiais próximas. A unidade do valor de iluminância é expressa em Lux. O equipamento é de medição directa e apresenta um tempo de ponderação praticamente instantâneo bem como um tempo de resposta muito curto (Guedes, 2010).

❖ Ambiente Térmico

Para a medição da variável ambiente térmico foi utilizado uma estação microclimática constituída por um conjunto de instrumentos e sondas denominada Babuc A-BSA 10, conforme ilustrado na Figura 44.



Figura 44 Babuc A-BSA 10 e respectivas sondas (Adaptado de (Labcon, 2011)).

De acordo com a Figura 44 fazem parte integrante deste equipamento (Labcon, 2011):

1. Termómetro de globo BST 131 (mede temperatura de globo [°C] e permite o cálculo da temperatura média radiante e WBGT [°C]);
2. Anemómetro BSV 101 (mede a velocidade do ar [m/s]);
3. Termómetro BSU 121 (mede a temperatura de bulbo húmido natural [°C] e permite o cálculo do WBGT [°C]);
4. Processador Babuc/A é constituído por uma porta série RS232 e 11 entradas (recolhe e armazenamento de dados);
5. Termómetro BST 101 (mede a temperatura de bulbo seco do ar [°C]);
6. Termómetro BSU 102 ou psicómetro (mede a temperatura do ar de bulbo seco [°C], temperatura do ar de bulbo húmido forçado [°C], permite o cálculo da humidade relativa do ar [%] e permite o cálculo do ponto de orvalho [°C]).

○ Princípio de funcionamento

As sondas medem as variáveis físicas do meio ambiente envolvente ao mesmo tempo que o processador Babuc/A- BSA 10 recolhe e armazena os dados para posterior tratamento através do software infogap versão 2.20, o qual obedece aos critérios das normas *ISO 7243:1989 (Hot environments-Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index)*; *ISO 7730:2005 (Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort)* e *ISO 7933: 1989 (Hot Environments- analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate)*.

❖ *Tempo de Reacção*

Desenvolvido pelo Professor Doutor José Soeiro, docente do Departamento de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, "Reage", como é denominado, é um equipamento que permite determinar, de uma forma simples, o TR (em milissegundos) através de estímulos visuais (Figura 45).

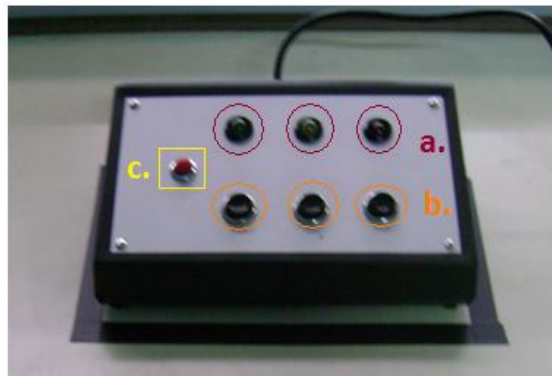


Figura 45 Equipamento "Reage": a) Leds; b) Botões; c) Escolha do programa (de autor).

○ Princípio de funcionamento

No interior o equipamento é constituído por uma placa de aquisição de dados conectada a três Leds que acendem aleatoriamente para o exterior. As cores destes pequenos Leds alternam entre verde, vermelho e amarelo e a cada um deles corresponde um botão que deverá ser pressionado assim que um dos Leds acender. O tempo decorrido entre o acendimento do Led e o instante em que o trabalhador percebe o estímulo e por sua vez leva a mão ao botão correspondente e o pressiona, traduz o TR. Na Figura 46 observa-se a concretização do anteriormente descrito.

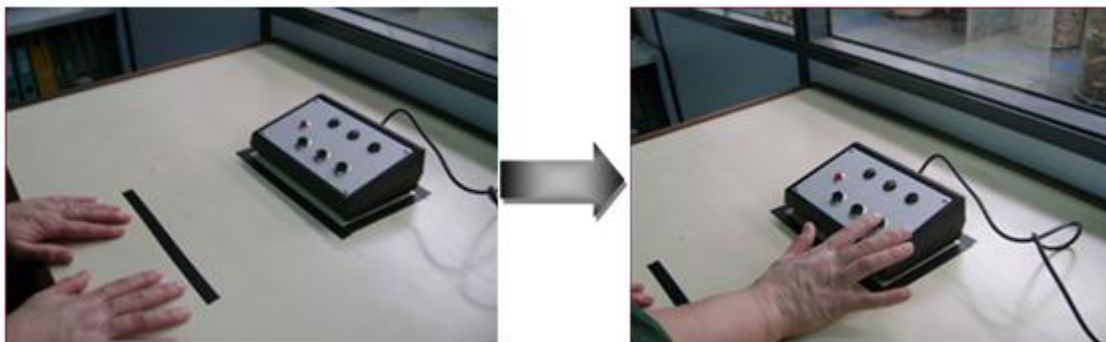


Figura 46 Exemplo da medição do TR (de autor).

No local em que as medições têm lugar (mesa plana) é colocada uma demarcação impondo uma distância mínima entre as mãos do trabalhador e os botões do equipamento, para que o TR medido seja padronizado.

O equipamento é conectado a um computador através de uma porta USB e os dados recolhidos e armazenados directamente num documento CSV (Comma Separated Values).

Além disso, o equipamento está configurado para 7 programas de teste. O que difere de um programa para outro é a gama de tempos de acendimento de cada Led e o nº de tentativas, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18. Descrição dos programas que constituem o “Reage”(de autor).

Programa	Nº Tentativas	Gama de tempos de acendimento entre Leds (milissegundos)
0	5	[500;3000]
1	15	[500;4000]
2	15	[500;5000]
3	15	[500;6000]
4	15	[500;7000]
5	15	[500;8000]
6	15	[500;9000]
7	15	[500;10000]

6 TRATAMENTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Concluídas as medições e recolhidos os dados, procedeu-se ao seu tratamento tendo como ferramenta base de trabalho folhas de cálculo em Excel.

Ao longo deste capítulo será feita uma abordagem crítica aos resultados mais significativos, para cada variável em estudo (Ruído, Iluminação, Ambiente Térmico, e Tempo de Reacção).

6.1 Ruído

Como é conhecido o ruído é definido pelos seguintes parâmetros: “*espectro de frequências, variações de nível em função do tempo e propriedades do campo sonoro*” (Arezes, 2002).

Tendo isto em mente, e com o intuito de analisar com fiabilidade o comportamento do ruído no interior do pavilhão e ao longo da jornada de trabalho, recorreu-se à aplicação prática dos parâmetros que definem este agente.

6.1.1 Análise Espectral ou de Frequências

Assim e através do Software de tratamento de dados *dbtrait32* do sonómetro *solo db01*, foi possível extrair, para as diferentes frequências [16 Hz;16KHz], os dados relativos ao nível de pressão sonora contínuo equivalente (Leq) registados minuto a minuto (Ver ANEXO RUÍDO em CD).

Todavia e para evitar o volume de dados excessivo, procedeu-se ao cálculo da média do Leq (dB) ao fim de cada hora de medição e para cada frequência, obtendo-se, desta forma, gamas de valores representativos do Leq médio (dB) para um total de 13 horas (hora de almoço e jantar excluídas) e para os intervalos de frequência correspondentes.

Posto isto, determinou-se, adicionalmente, e mais uma vez para cada frequência, a média de cada gama de valores representativos do Leq médio (dB) que se encontram agrupados na tabela seguinte:

Tabela 19 Valores médios de Leq (nível sonoro contínuo equivalente).

Frequência (Hz)	19 Abril 2010	20 Abril 2010	21 Abril 2010	22 Abril 2010	23 Abril 2010
	Média dos valores do Leq Médio (dB)				
Oit 16	61,61	61,86	62,29	62,98	62,31
Oit 32	63,15	62,73	63,73	63,73	63,72
Oit 63	68,70	68,23	69,14	69,77	69,66
Oit 125	70,06	68,27	71,23	70,04	69,93
Oit 250	71,80	70,61	72,97	72,07	72,03
Oit 500	73,41	72,15	74,30	73,77	73,57
Oit 1k	73,97	73,10	75,01	74,25	74,02
Oit 2k	71,79	71,33	73,01	72,07	72,10
Oit 4k	67,68	66,63	68,39	67,58	67,53
Oit 8k	61,77	60,16	61,94	61,65	61,21
Oit 16	53,11	50,83	53,27	52,99	51,90

Por fim, os dados foram catalogados e distribuídos graficamente pelos 5 dias de medição respectivos, culminando num total de 5 gráficos.

Sabe-se que a gama audível situa-se no intervalo de frequências entre [20 Hz; 20000 Hz] e que se encontra dividida em 10 oitavas repartindo-se, por seu turno, em 3 terços de oitava. Partindo da

análise gráfica observa-se que a gama de medição destaca-se para o intervalo entre [16Hz; 16000 Hz], contabilizando-se 11 oitavas, ou seja, mais uma oitava do que o previsto para a faixa correspondente às 4 oitavas de menor frequência de acordo com o padronizado pelo sistema internacional. Seguindo esta linha de raciocínio conclui tratar-se de um *espectro de frequência contínuo* uma vez que a “*energia sonora estende-se por grande parte das frequências audíveis*” (Mamoré et al., 2010).

Fazendo uma analogia entre as Figuras 47 a 51 verifica-se que o espectro, quanto à variação do Leq médio (dB), *permanece constante* ao longo dos 5 dias de medição. Este facto pode ser observado em mais pormenor na Figura 52 (dados provenientes da Tabela 19).

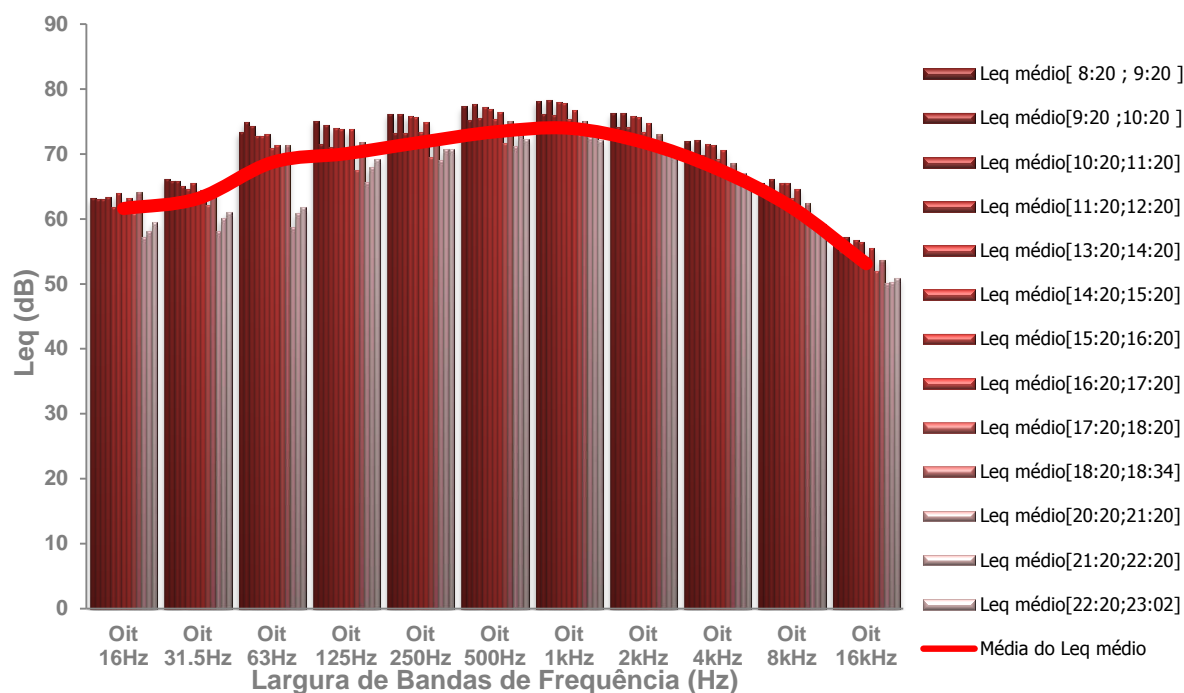


Figura 47 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 19 de Abril de 2010

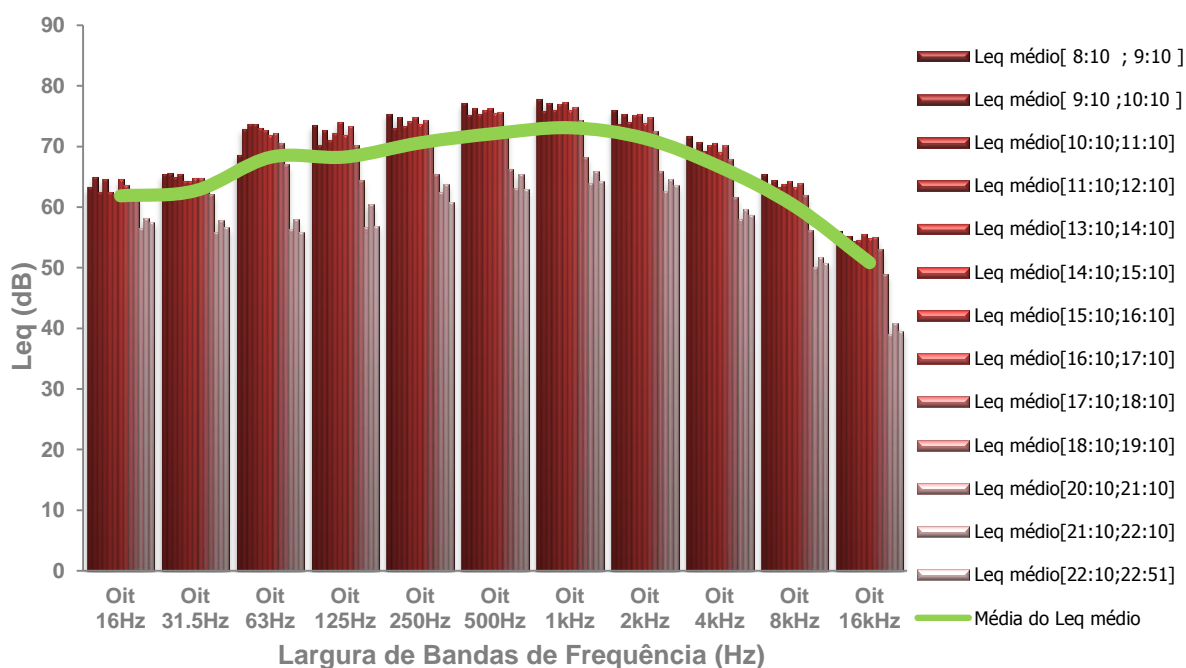


Figura 48 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 20 de Abril de 2010

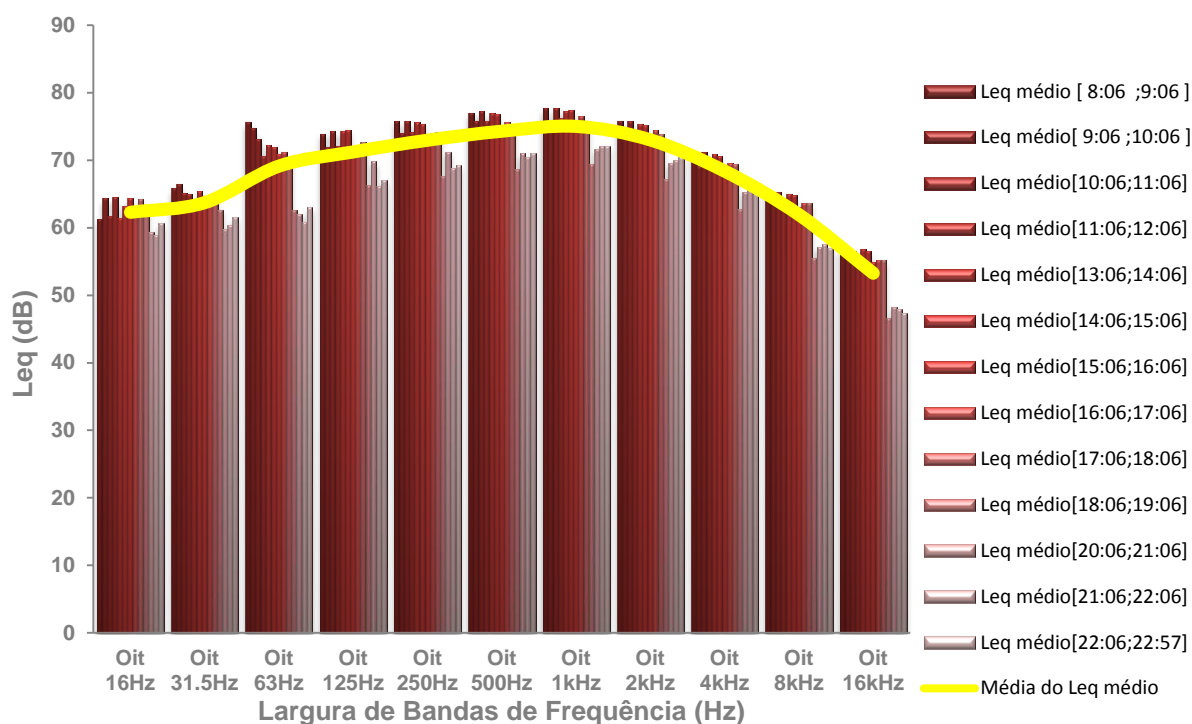


Figura 49 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 21 de Abril de 2010.

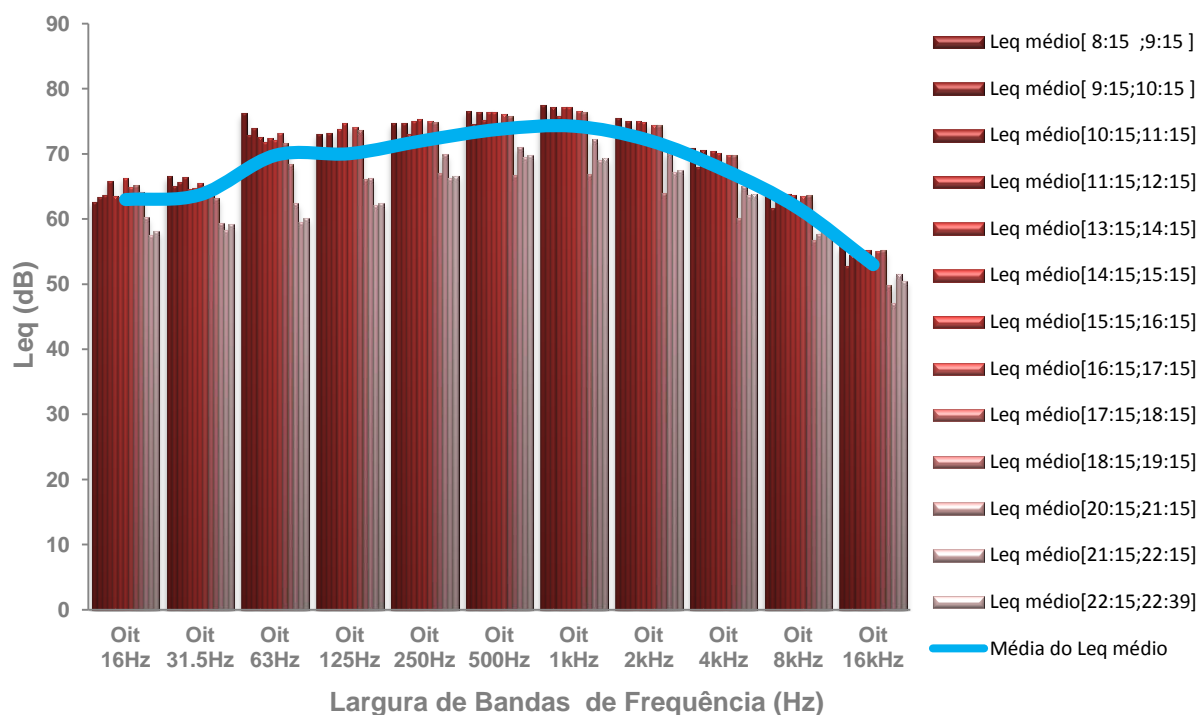


Figura 50 Leq médio para cada frequência referentes ao dia 22 de Abril de 2010.

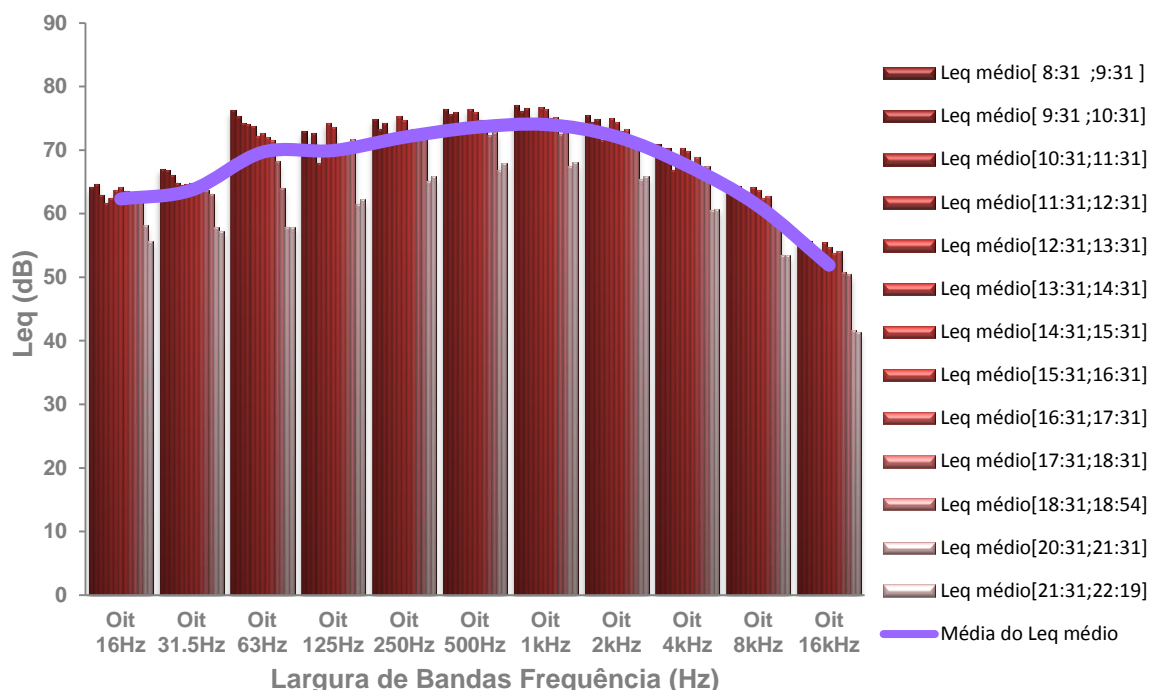


Figura 51 Leq médio para cada frequência relativos ao dia 23 de Abril de 2010.

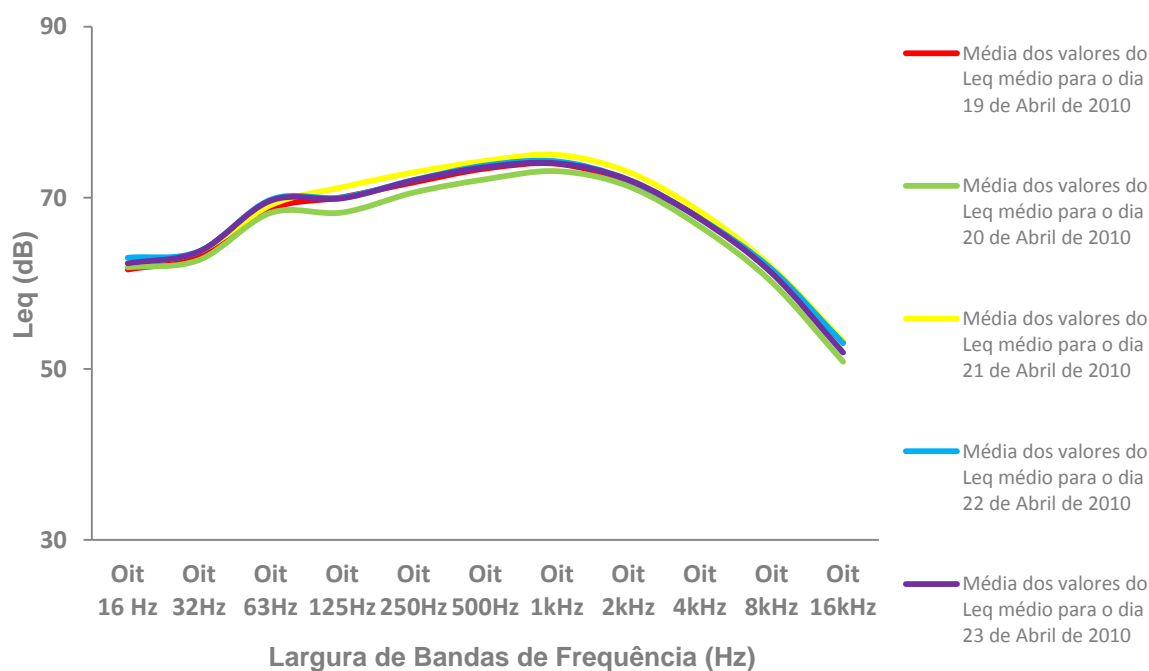


Figura 52 Média do Leqmédio para cada frequência e para os diferentes dias de medição.

Remontando para as Figuras anteriormente discutidas (47 a 51) observa-se que a intensidade do Leq médio (dB), em geral, é mais elevada para o período entre as 9h00 e as 17h00. Isto acontece porque nesse período a jornada de trabalho é mais intensa, isto é, todos os tapetes de escolha manual, alimentação e máquinas de escolha electrónica, inclusive, estão em pleno funcionamento. No entanto a partir das 17 horas verifica-se um decréscimo da intensidade do Leq médio (dB), para todas as frequências, visto os tapetes encontrarem-se em regime parcial de funcionamento. Isto deve-se ao facto do intervalo entre as 17h00 e as 23h00 referir-se ao período de horas extras praticado pela empresa, sendo que apenas parte dos trabalhadores se envolve activamente.

Salienta-se, ainda, que o Leq médio (dB) é máximo para o intervalo de frequências entre os [63 Hz; 2KHz]²⁰, intervalo esse que compreende as frequências responsáveis pela inteligibilidade da palavra - [500 Hz; 1000 Hz] - e para o qual o ouvido humano é mais sensível, tornando-se impraticável a comunicação oral.

A PAIR manifesta-se para a gama de frequências dos 4000 Hz, contudo e segundo a análise das Figuras 47 a 51 não há registo de valores de Leqmédio (dB) muito elevados a partir dessa frequência quando em comparação com as gamas entre [250 Hz; 2000 Hz], não significando, porém, que este aspecto não deva ser levado em consideração com vista à implementação de um plano de prevenção.

Ainda que a frequência dos 4000 Hz seja crítica para o desencadeamento da PAIR é de suma importância referir que um trabalhador exposto a 90 dB, na gama [500 Hz;1000 Hz], encontra-se mais susceptível ao risco que outro nas mesmas circunstâncias, não obstante, na gama dos 4000 Hz. E de facto verificam-se valores de exposição Leqmédio (dB) superiores para o intervalo de frequências [500 Hz; 1000 Hz] em detrimento da gama dos 4000Hz.

Posto isto e segundo o nº 1 do artigo 7.º do Decreto-Lei nº 182/2006, sempre que não seja possível evitar, por medidas organizacionais ou construtivas, os riscos associados à exposição do agente físico ruído deve ser colocado à disposição do trabalhador equipamento de protecção individual adequado para o efeito. A alínea a) do nº 2 vai mais a fundo e recomenda o empregador a colocar à "*disposição dos trabalhadores protectores auditivos individuais sempre que seja ultrapassado um dos valores de acção inferiores*". Isto está de acordo com cálculo do limite de exposição (LE_p, 8h (dB (A))) para a secção da escolha manual, local onde foram realizadas as medições, conforme registado na Tabela 20:

Tabela 20 Valores de LA_{eq} (dB) e LE_p, 8h (dB) para os 5 dias ininterruptos de medição.

LAeq (dB)				
19-Abr-10	20-Abr-10	21-Abr-10	22-Abr-10	23-Abr-10
78,20	77,31	79,19	79,07	78,27
LEp,d (dB)				
80,93	80,04	81,92	81,80	81,00

Verifica-se uma ligeira ultrapassagem do valor limite inferior de exposição, LE_p, 8h (dB (A)), na ordem de 1 dB, com maior incidência, a partir do dia 21 abril de 2010.

Transpondo a análise para a Figura 53, observa-se a variação do nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado A (LAeq dB (A))²¹ e do Nível de Exposição diário (LE_p, 8h) ao longo da semana, em que o menor valor regista-se para o dia 20 de Abril de 2010 (terça-feira) e o valor mais alto para o dia 21 de Abril de 2010 (quarta-feira). As causas prováveis desta variação poderão residir na falta de lubrificação dos equipamentos de produção, ruído externo, etc.

²⁰ Com maior incidência para a frequência de 63 KHz.

²¹ Filtro de ponderação que verte com maior exactidão a resposta do ouvido humano e é utilizado nas medições de ruído industrial. Para além deste existem também os filtros B, C e D.

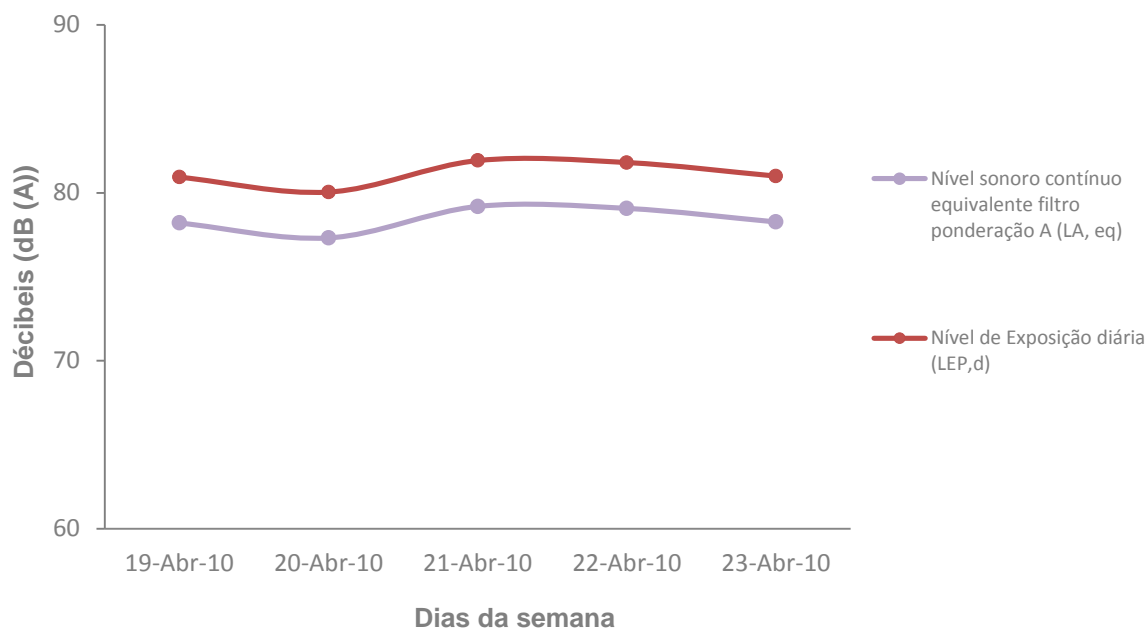


Figura 53 Nível Pressão Sonoro Contínuo Equivalente e Nível de Exposição diária.

Contudo, para além da situação referida no início, existe outro factor que influencia estes resultados, trata-se do local escolhido para as medições. É conhecido que *"a intensidade da variação de pressão depende de factores externos tais como: distância e orientação do receptor, variações de temperatura e localização"* (Arezes, 2002).

As medições foram efectuadas aproximadamente ao centro do pavilhão e não ao nível do ouvido do trabalhador, no seu posto de trabalho, conforme previsto pelo *Decreto-Lei nº 182/2006*, pelo que os valores medidos apenas fornecem informações do ruído no interior do pavilhão, sob uma perspectiva geral e não individual.

Assim e como na realidade os valores de LAeq (dB (A)) medidos em outros estudos requeridos pela empresa de acordo com o previsto no *Decreto-Lei nº 182/2006*, ultrapassam os limites de acção superiores, o uso de protectores auditivos está instituído como obrigatório aos trabalhadores da Cork Supply.

6.1.2 Variações de Nível em Função do Tempo

Dos dados fornecidos pelo *Software dbtrait32* do sonómetro *solo db01*, estabeleceu-se uma análise específica do LAeq (dB (A)) em função do tempo (registos hora a hora).

Analogamente ao que acontece para a análise espectral ou de frequências observa-se uma uniformidade da distribuição gráfica para as variações do LAeq (dB (A)) em função do tempo.

Neste sentido e para mais uma vez minimizar o volume de dados apenas será apresentada, e a título de exemplo, a evolução temporal relativa a um dos dias de medição escolhendo-se aleatoriamente e para o efeito o dia 20 de Abril. No que diz respeito aos restantes resultados estes poderão ser consultados em anexo (Ver ANEXO RUÍDO em CD).

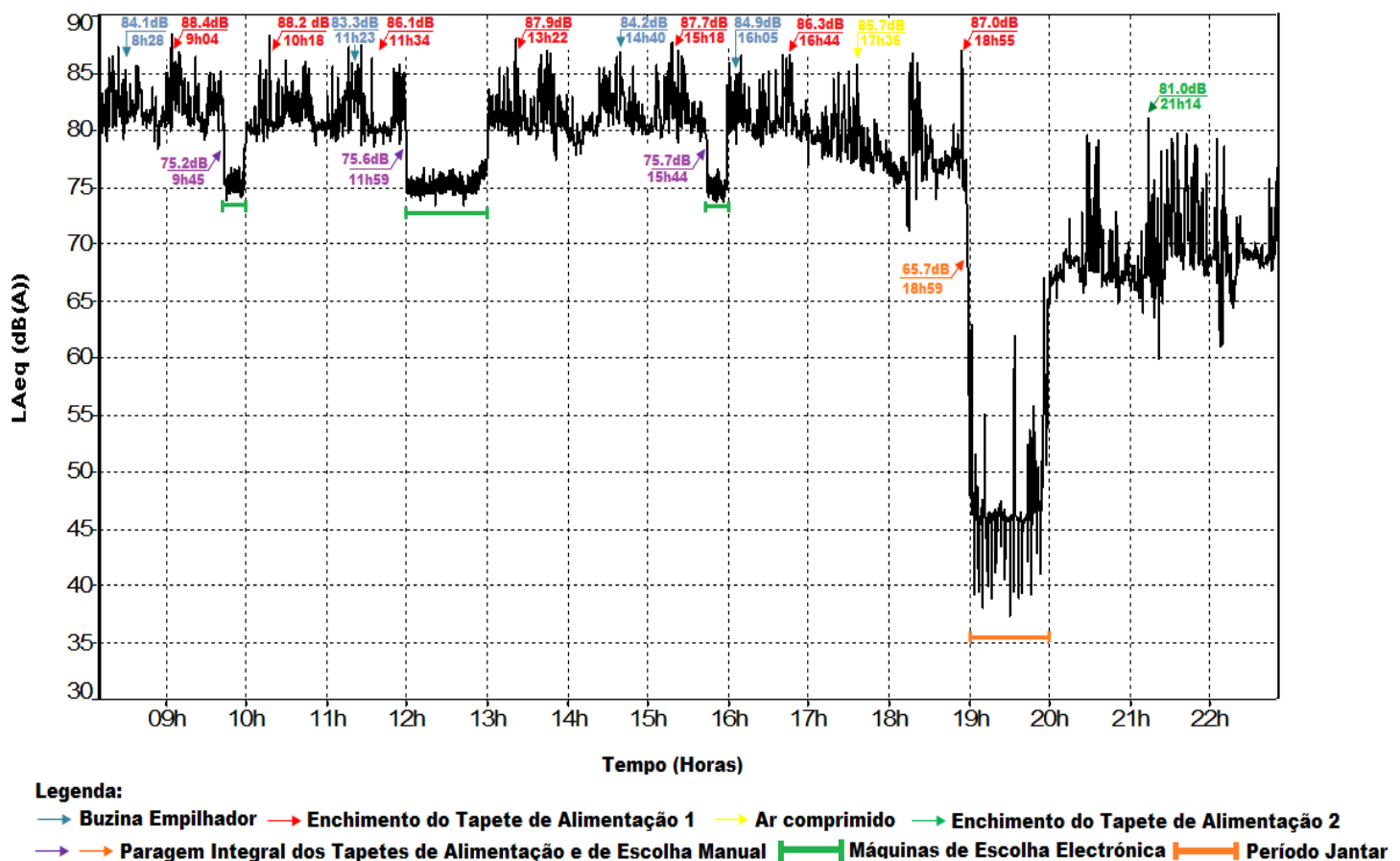


Figura 54 Evolução temporal do LAeq (dB (A)) para o dia 20 de Abril.

Com base no gráfico 54 conclui-se que o ruído é *não estacionário* inserindo-se na categoria de *contínuo flutuante*, pois “o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado A-LAeq (dB (A)) - mantém-se praticamente inalterado durante toda a jornada de trabalho, isto é, não apresenta picos de energia acústica para períodos de observação inferiores a 1 segundo” (Arezes, 2002).

Partindo de uma análise lata para uma análise mais pormenorizada foi possível identificar no decorrer da jornada de trabalho LAeq (dB (A)) específicos para horas e frequências específicas, de acordo com indicado na Figura 54.

O LAeq situa-se em média nos 80 dB (A) (Figura 54), ocorrendo picos que correspondem a situações pontuais como é o caso do LAeq (dB (A)) referente a **fontes de ar comprimido**, ao **enchimento dos tapetes de alimentação**, **buzinas de empilhadores**, entre outras.

Para o intervalo de tempo entre as 20h00 e as 23h00 constata-se que a intensidade do LAeq (dB (A)) diminui consideravelmente, devido ao facto de apenas parte dos tapetes de escolha, afastados do local de medições, estarem em funcionamento, como aliás já foi mencionado na análise espectral.

Um aspecto interessante reside no facto de ao longo das horas de medição, o ruído proveniente de fontes sonoras com frequências específicas encontrar-se mascarado pelo ruído dos tapetes de escolha manual.

O ruído procedente das máquinas de escolha electrónica constitui-se um exemplo desse tipo de fontes sonoras. Estas fontes apresentam, em média, valores de LAeq na ordem dos 75 dB (A) e são graficamente visíveis somente nos momentos destinados às paragens intercaladas como é caso da hora do lanche entre as 9h45 e as 10h00; entre as 15h45 e as 16h00 e a hora de almoço entre as 12h00 e as 13h00.

Embora não seja graficamente perceptível durante a jornada de trabalho, é nestes períodos de pausa que o ruído emitido pelas máquinas de escolha electrónica assume um papel de principal destaque.

Em vista disto e com o auxílio do supramencionado *software*, foi possível descobrir com base na evolução temporal do LAeq (dB (A)), a frequência de emissão sonora específica desta fonte.

Assim, as máquinas de escolha electrónica emitem ruído na gama das *4 oitavas de menor de frequência*, mais precisamente na gama de frequência dos 63 Hz, gama esta que se sobressai nos Figuras 47 a 51, referentes à análise espectral.

Encontrada a gama pretendida isolou-se a mesma obtendo-se assim a respectiva evolução temporal, como aliás pode-se observar na Figura 55:

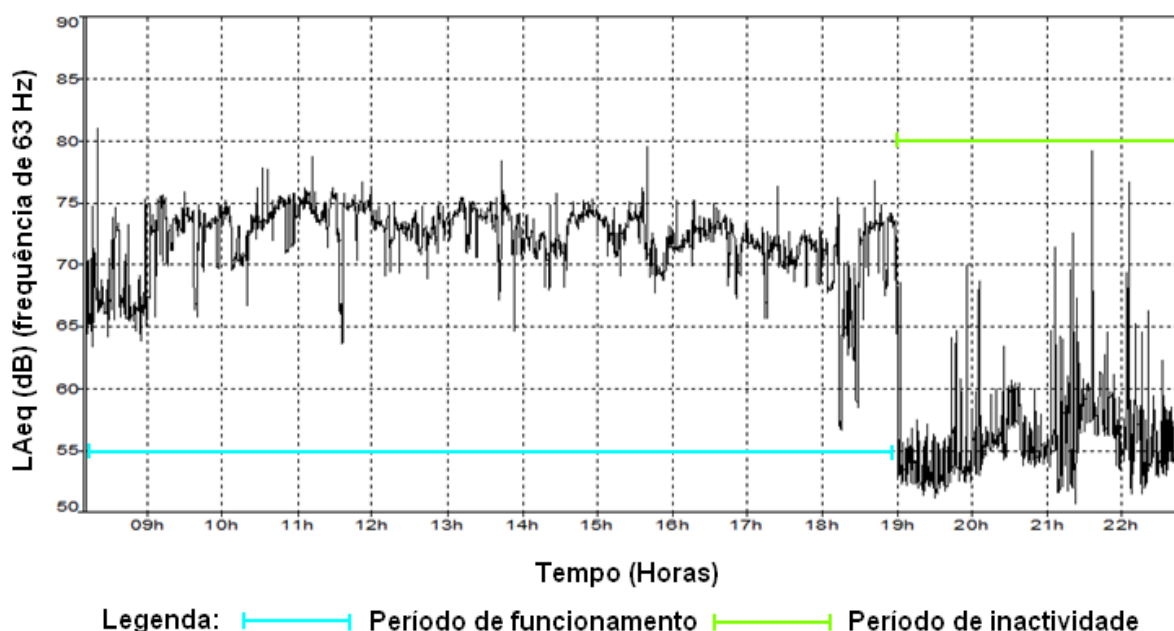


Figura 55 Evolução temporal do LAeq (dB (A)) para o dia 20 de Abril - frequência de 63 Hz.

Do ponto de vista da evolução temporal, para o período abrangido entre as 9h00 e as 19h00, as máquinas de escolha electrónica encontram-se no auge de funcionamento, cessando actividade a partir das 19h00.

Este facto é corroborado pela diminuição abrupta dos 75 dB (A) para os 55 dB (A) a partir desse instante.

Os picos de LAeq (dB (A)) que se verificam após as 20h00 correspondem a outros ruídos emitidos na mesma frequência porém provenientes de outras fontes.

Para as restantes gamas de frequência²² o comportamento é aproximadamente idêntico à evolução temporal do LAeq (dB (A)) descrita na Figura 54.

Este género de análise permite identificar, através do comportamento gráfico do ruído, o tipo de fonte e isolá-lo, assumindo-se como uma ferramenta útil na rápida detecção e catalogação de fontes ruidosas constituintes de riscos, que possam comprometer a saúde e bem-estar do trabalhador e, se praticável, confiná-las.

²² 16Hz, 31,5Hz, 125 Hz, 250 Hz, 1KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8KHz e 16 KHz.

6.2 Iluminação

Pese embora a luminância seja o “*fenómeno responsável pela sensação visual*” à iluminação será dado um papel de principal destaque, uma vez que é um dos “*parâmetros a ter em conta na selecção das fontes de iluminação*”. Neste sentido e com vista a verificar a correcta selecção de *sistemas de iluminação e tipos de iluminação* (quanto à fonte e ao receptor) e o seu comportamento ao longo da jornada de trabalho foram avaliados 19 postos de trabalho durante duas semanas de medição. Contudo e para efeito de TR apenas serão apresentados os valores referentes à segunda semana de medição, os valores referentes à primeira semana poderão ser consultados no ANEXO ILUMINAÇÃO em CD.

6.2.1 Análise do Parâmetro Iluminância

Foi possível obter, por medição directa, os valores de iluminância (lux) para cada posto de trabalho e para diferentes fases do dia, a saber, início da manhã, fim da manhã e fim de tarde. Utilizou-se para o efeito um luxímetro marca *Gossen* e modelo *MAVOLUX 5032C/B USB* e o tratamento realizado em folhas de cálculo em excel.

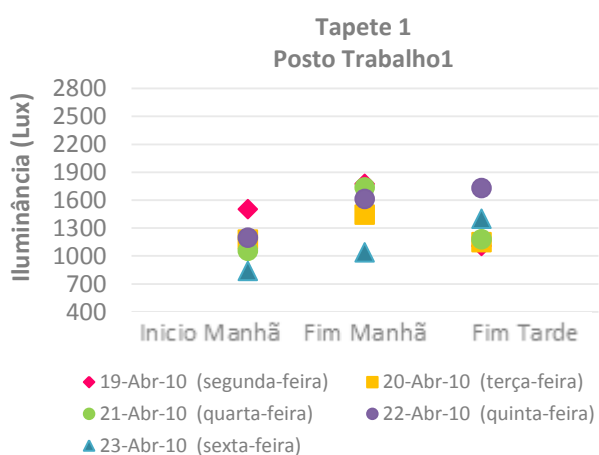


Figura 57 Variação da Iluminância Tapete 1 PT1.

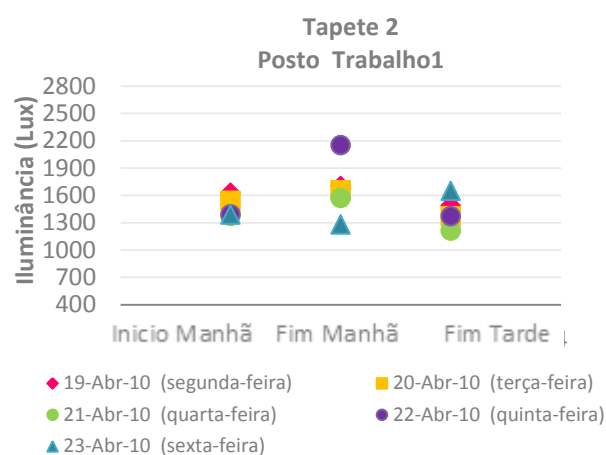


Figura 56 Variação da Iluminância Tapete 2 PT1.

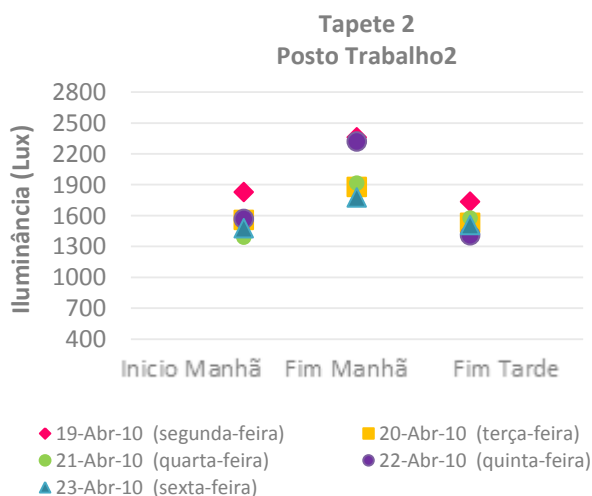


Figura 59 Variação da Iluminância Tapete 2 PT2.

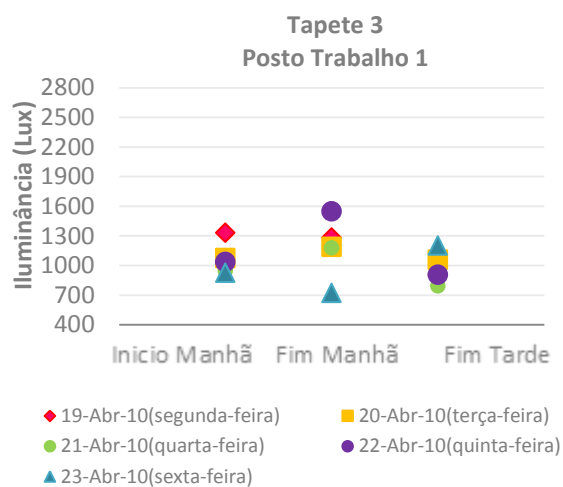


Figura 58 Variação da Iluminância Tapete 3 PT1.

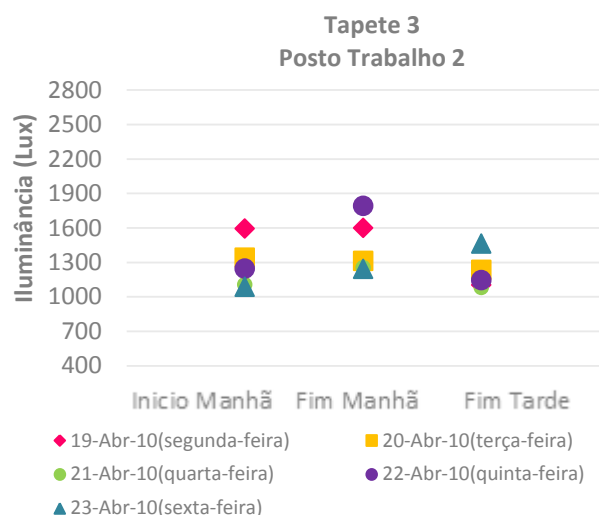


Figura 61 Variação da Iluminância Tapete 3 PT2.

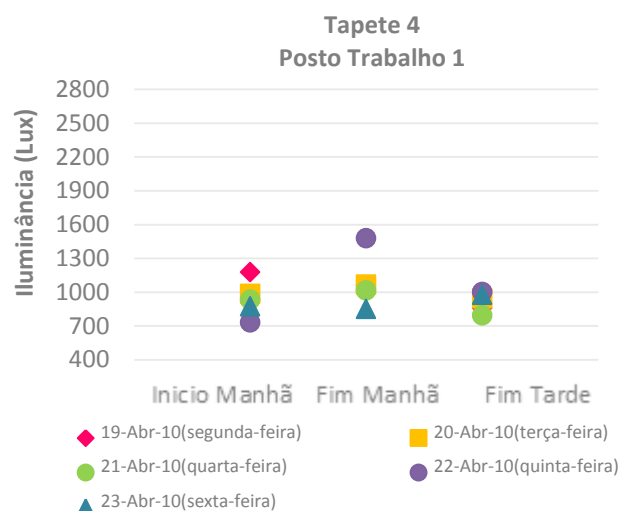


Figura 60 Variação da Iluminância Tapete 4 PT1.

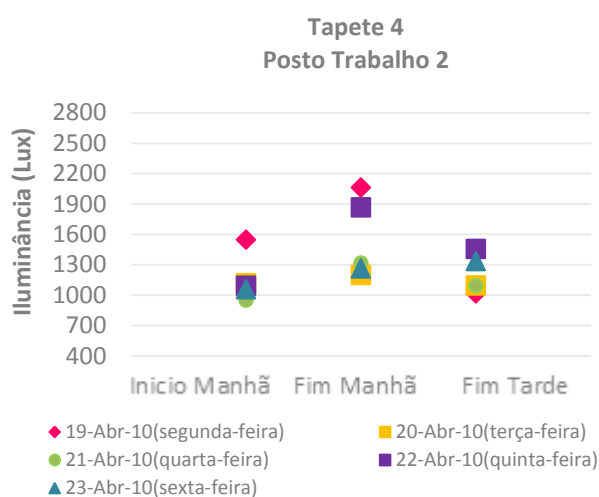


Figura 63 Variação da Iluminância Tapete 4 PT2.

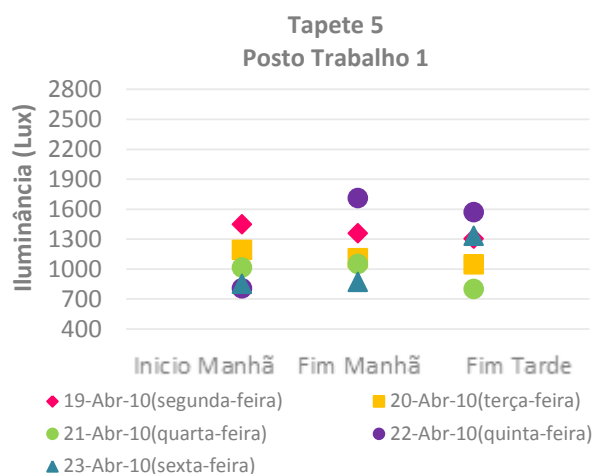


Figura 62 Variação da Iluminância Tapete 5 PT1.

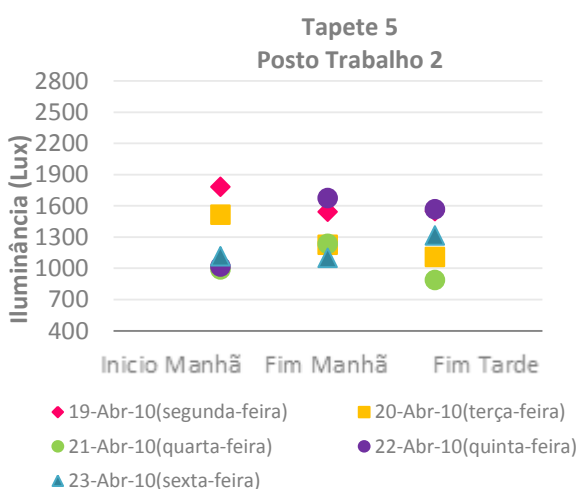


Figura 64 Variação da Iluminância Tapete 5 PT2.

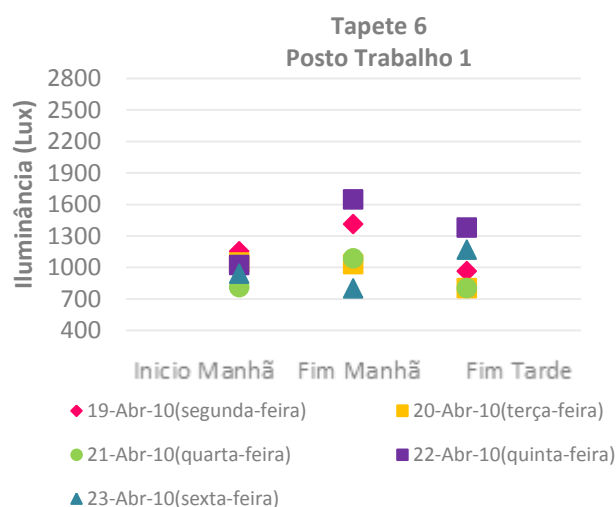


Figura 65 Variação da Iluminância Tapete 6 PT1.

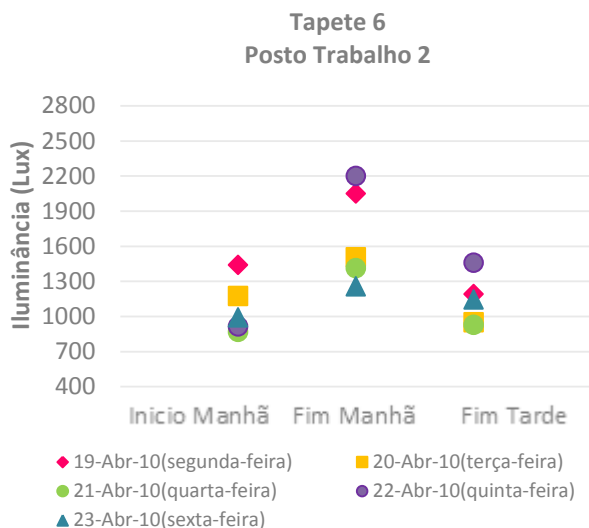


Figura 66 Variação da Iluminância Tapete 6 PT2.

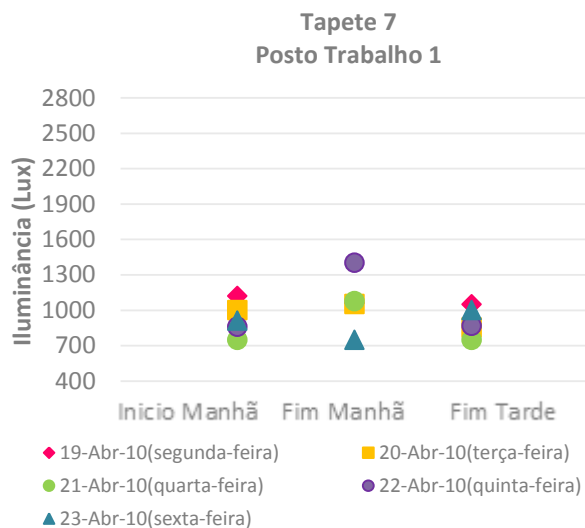


Figura 67 Variação da Iluminância Tapete 7 PT1.

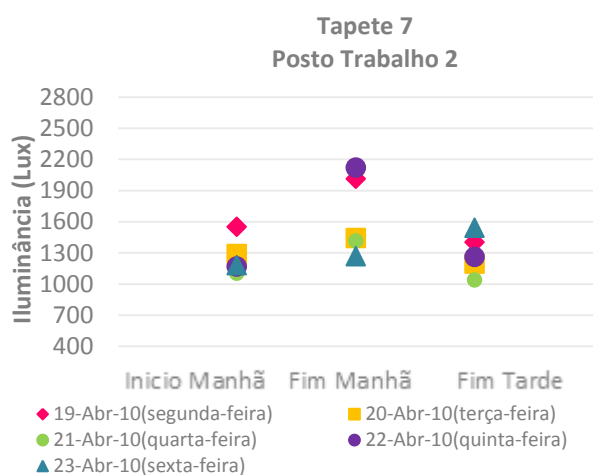


Figura 69 Variação da Iluminância Tapete 7 PT2.

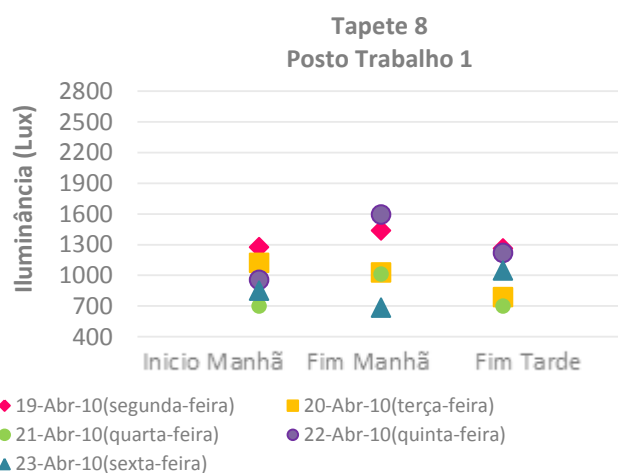


Figura 68 Variação da Iluminância Tapete 8 PT1.

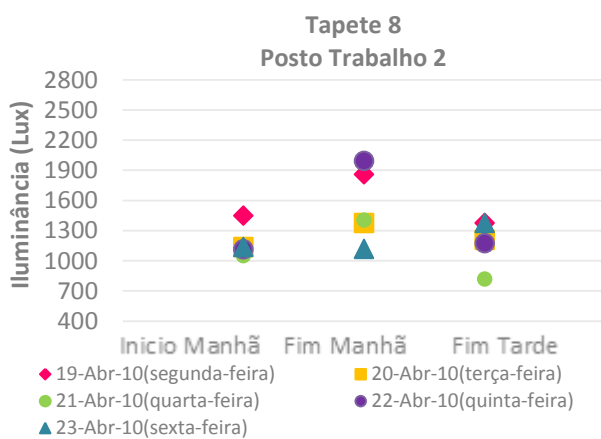


Figura 70 Variação da Iluminância Tapete 8 PT2.

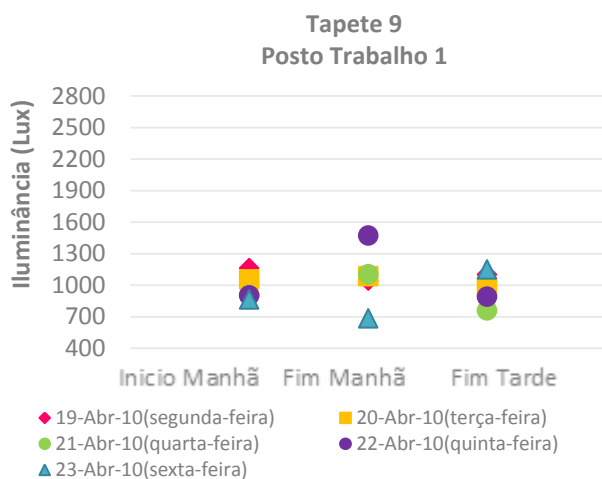


Figura 71 Variação da Iluminância Tapete 9 PT1.

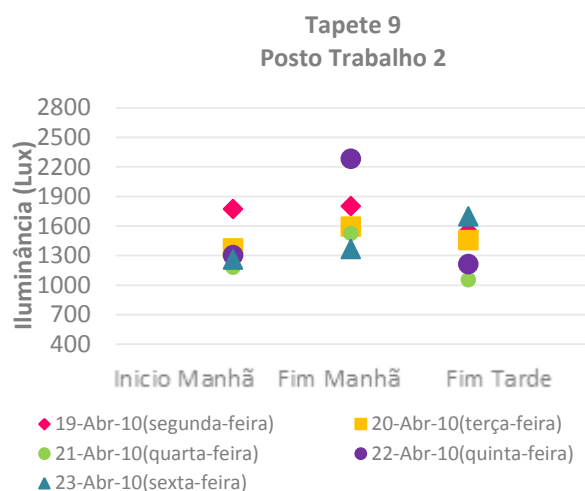


Figura 73 Variação da Iluminância Tapete 9 PT2.

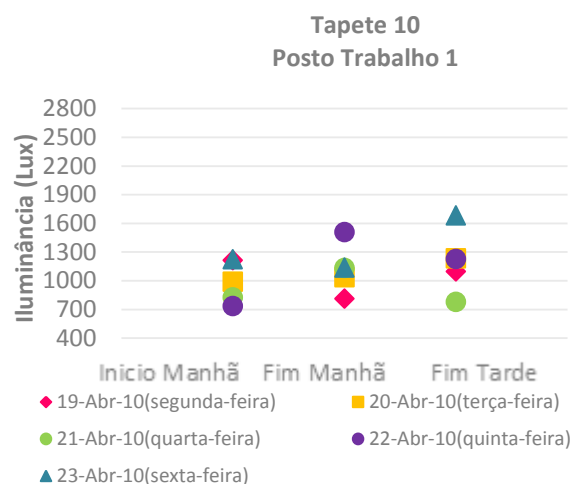


Figura 72 Variação da Iluminância Tapete 10 PT1.

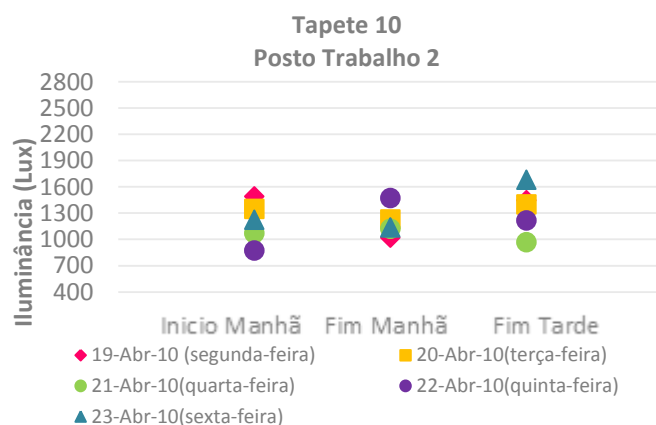


Figura 74 Variação da Iluminância Tapete 10 PT2.

A actividade em estudo não está especificamente mencionada na *Norma DIN5035-2:1990* e por conseguinte o leitor tem de usar de discernimento quanto à selecção de fontes de iluminação adequadas de acordo com a tarefa a desempenhar- fase de projecto - ou no caso de o projecto já estar implementado, proceder à correcta avaliação dos níveis de iluminância e introduzir, se necessário, os devidos reajustes.

Posto isto, o critério para o enquadramento da actividade em estudo, consoante as directrizes da referida norma, prendeu-se com o produto a inspecionar. O produto, a saber rolha de cortiça natural, exhibe detalhes característicos do material que o constitui. *Bicho, ano seco, fendas críticas e menores, caleiras, mancha amarela, verde e repasse* são alguns dos pormenores marcadamente presentes e que por serem muitas vezes pequenos ou por possuírem características únicas, exigem um sobre-esforço visual.

A norma recomenda para actividades cujas *tarefas visuais exigentes* incluam *pequenos detalhes*, e como consequência exijam um sobre-esforço visual, níveis de iluminância na ordem dos 1000 a 1500 lux. Para *tarefas visuais muito exigentes com detalhes muito pequenos* os níveis de iluminância recomendados situam-se no intervalo entre os 2000 e os 3000 Lux.

Da análise gráfica (Figuras 57 -74), constata-se que, de uma forma geral, os níveis de iluminância medidos oscilam para valores entre os 700 Lux e os 2000 Lux. Excepcionalmente, verifica-se para

alguns postos de trabalho e para este intervalo a transposição do valor limite superior (2000 Lux). Estas excepções podem ser consultadas em pormenor na Tabela 21.

Tabela 21 Valores de iluminância superiores ao valor limite recomendado

Fase do dia	Dia da Semana	Tapete	Posto Trabalho	Nível de Iluminância (lux) medido
Fim da Manhã	22 de Abril	2	1	2150
	19 de Abril	2	2	2320
	22 de Abril			
	19 de Abril	4	2	2060
	19 de Abril	6	2	2050
	22 de Abril			2200
	19 de Abril	7	2	2120
	22 de Abril			
	22 de Abril	9	2	2280

Uma causa provável para a ocorrência de picos de iluminância reside em duas variáveis distintas: Iluminação natural vs Iluminação artificial; abertura vs fecho do portão de acesso para exterior do pavilhão.

A secção de escolha manual possui um sistema de iluminação localizada complementado por um sistema de iluminação geral. O pavilhão que alberga a referida secção possui ainda pontos de luz natural, a saber clarabóias e um portão blindado cuja abertura para o exterior está condicionada pela actividade de carga e descarga de empilhadores com produto semi-acabado procedente da secção *Brocagem*. A abertura do portão verifica-se usualmente para o período relativo ao Fim da Manhã, podendo eventualmente repetir-se para outras fases do dia (Início da manhã e Fim de tarde).

Os níveis de Iluminância, provenientes da luz natural exterior, são mais intensos no período correspondente ao Fim da Manhã (meio-dia) e podem variar consoante as condições atmosféricas (céu limpo, nublado, etc.). Sabe-se empiricamente que a intensidade dos raios solares emitidos é naturalmente mais elevada para esta fase do dia e que a abertura do portão, nesse período, assume igualmente um papel importante no aumento destes níveis.

Assim, os níveis de iluminância percebidos pelas trabalhadoras dependem da conjugação dos factores anteriormente descritos. Estes picos de iluminância estão invariavelmente presentes para todos os postos de trabalho dependendo dos dias de medição, isto porque se registam algumas incongruências nomeadamente para o dia 23 de Abril.

Relativamente ao valor limite inferior (700 Lux) e para o mesmo intervalo, observa-se, regra geral, a sua presença para os períodos correspondentes ao Início da Manhã (8h00) e de Fim de Tarde (17h00) períodos, esses, em que os níveis de iluminância, fruto da luz natural, são naturalmente menos intensos.

Embora os valores não ultrapassem largamente os valores mínimos e máximos recomendados pela Norma para a actividade em questão, é importante evitar que os trabalhadores experimentem fadiga visual ou encadeamento, fenómenos potenciadores de queda de rendimento e acidentes de trabalho.

Relembra-se ainda, que a norma é um guia de orientação, pelo que a aplicação prática dos níveis de iluminância recomendados dependerá, muito em parte, de como os trabalhadores encaram visualmente a tarefa e se realmente o nível de iluminância recomendado é compatível com as suas reais necessidades visuais influenciando, deste modo, no seu desempenho.

Esta abordagem coincide com o que efectivamente acontece nesta secção. Muitas trabalhadoras sentem necessidade de níveis de iluminância superiores para desempenharem eficientemente as suas tarefas.

Isto está em consonância com estudos desenvolvidos na indústria que provam a existência de uma relação directa entre o aumento de níveis de iluminância e o aumento de variáveis como, produtividade, conforto e qualidade.²³

Na génese desta necessidade podem também estar factores como a idade e doenças do foro oftalmológico.

Tendo isto em mente e em prol da satisfação desta necessidade, sem negligenciar o bem-estar e saúde das trabalhadoras, os responsáveis pela Segurança e Higiene na empresa tem procedido à substituição gradual de fontes de iluminação com níveis de potência mais elevados, isto porque existe uma relação directa entre o *fluxo luminoso* (ϕ) e a *iluminância* (E).

No manual da OSRAM, *"Iluminação: Conceitos e projectos"* (2010) encontra-se a seguinte afirmação: *"O desempenho dos indivíduos face à execução de tarefas e a redução de erros prende-se com a escolha correcta da iluminação de acordo com a tarefa a desempenhar"*.

O tipo de fonte e luminária bem como a sua manutenção é portanto um dos critérios a serem considerados na escolha da iluminação adequada.

Assim, a iluminação, quanto à fonte, insere-se no tipo: fluorescente tubular trifósforo (gás inerte mercúrio) que do ponto de vista de eficiência são as melhores no seu género.²⁴

No que concerne à temperatura da cor, esta alcança valores na ordem dos 6200°K- tonalidade fria.

A projectista Rosane Haron, já citada por Fiorini (2006) neste estudo, refere que ao passo que as fontes cuja temperatura se aproxima dos 2700°K- tonalidade quente- estimulam a descontração; as fontes que apresentam tonalidades frias ($\approx 6500^\circ\text{K}$) induzem o indivíduo a agilizar as tarefas dispendendo menos tempo com estas.

De acordo com este raciocínio, um paralelo com a secção Escolha Manual pode ser estabelecido. Devido à repetibilidade e minuciosidade da tarefa, um nível elevado de concentração é requerido. Este teor de exigência e repetibilidade pode tornar-se monótono pelo que uma tonalidade quente poderia comprometer o desempenho visual das trabalhadoras e, como consequência, culminar num decréscimo da produtividade, na introdução de erros e no aumento da sinistralidade.

Quanto ao receptor, e tendo por base os critérios estabelecidos pela CIE, as luminárias usadas pertencem a duas classes distintas: directa e indirecta. Na classe directa a distribuição do fluxo, com respeito à horizontal, ocorre entre os 90% e os 100% pelo que o fluxo luminoso incide directamente sobre a superfície/receptor não havendo dispersões significativas. Apenas 0% a 10% é dispersado para cima.

No caso da classe indirecta, o fluxo emitido pela fonte provem da reflexão de outras superfícies ou corpos; somente 0% a 10% incide directamente sobre a superfície/receptor. Esta última consideração pode ser uma causa provável das queixas de visibilidade deficiente por parte das trabalhadoras.

²³ Figuras 25 e 26 da página 35.

²⁴ Lâmpadas Fluorescentes.

6.3 Ambiente Térmico

Com o intuito de avaliar e classificar as condições no interior do pavilhão, ao longo da jornada de trabalho, procedeu-se à medição dos parâmetros *Temperatura do ar (°C)*, *Temperatura de globo (°C)*, *Humidade relativa (%)* e *Velocidade do ar (m/s)*.

Simultaneamente mediu-se a Temperatura seca do ar (°C) e a Temperatura húmida natural (°C) que em conjunto com a Temperatura de globo (°C) permitiu calcular o índice WBGT.

Quanto ao índice PMV-PPD, o seu cálculo foi feito tendo por base os parâmetros *Temperatura do ar (°C)*, *Temperatura de globo (°C)*, *Humidade relativa (%)*, *Velocidade do ar (m/s)* e *Temperatura radiante média²⁵ (°C)*.

O cálculo destes índices prende-se com as condições climatéricas presentes no momento da medição, a saber condições primaveris (temperaturas amenas e ausência de pluviosidade) as quais permitem fundamentar a classificação do ambiente térmico, como quente ou neutro.

Salienta-se que a aplicação do índice PPD-PMV é válida em qualquer ambiente desde que os parâmetros que o compõem se encontrem dentro dos limites especificados na norma ($-0,5 < \text{PMV} < 0,5$ e $\text{PPD} < 10\%$).

Neste sentido foram realizadas medições de 15 horas consecutivas, durante dez dias úteis com uma taxa de aquisição de 3 minutos e 20 s.

A recolha e armazenamento de dados foi efectuada através de uma estação microclimática denominada Babuc A-BSA 10, e o tratamento pelo *software* infogap versão 2.20, o qual obedece aos critérios das normas *ISO 7243:1989 (Hot environments-Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index)*; *ISO 7730:2005 (Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort)* e *ISO 7933: 1989 (Hot Environments- analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate)*.

Consequentemente, os dados foram transferidos para folhas de cálculo em Excel e graficamente distribuídos de acordo com a categoria dos parâmetros.

Como os resultados das medições para os dez dias úteis são uniformes, apenas serão considerados os valores relativos aos últimos 5 dias úteis (*2ª semana* de medições) para efeitos de análise do TR. Os valores referentes à *1ª semana* de medições podem ser consultados no Anexo AMBIENTE TÉRMICO (em CD).

6.3.1 Análise das Variáveis Físicas do Ambiente Envolvente

O ambiente térmico é caracterizado por um conjunto de parâmetros que o classificam, entre eles destacam-se a *Temperatura do ar (°C)*, *Temperatura de globo (°C)*, *Humidade relativa (%)* e *Velocidade do ar (m/s)* - os principais responsáveis pela caracterização das condições que regulam o conforto térmico. As figuras 75 a 78 descrevem o comportamento destas variáveis ao longo do dia e da semana.

É de referir que o comportamento destas variáveis sofre uma quebra na sequência dos valores entre as 9h46 e as 10h13, para o dia 19 de Abril, entre as 13h20 e as 13h50 e entre as 17h30 e as 17h53 para o dia 21 de Abril. A origem da interrupção para os períodos mencionados reside exclusivamente em falhas de ordem técnica do equipamento de medição, nomeadamente da sonda psicométrica.

Como se pretende estudar de uma perspectiva geral o comportamento das variáveis ao longo do dia e da semana, estas interrupções para efeitos de análise não têm relevância.

²⁵ Estimada a partir dos parâmetros *Temperatura do ar (°C)*, *Temperatura de globo (°C)* e *Velocidade do ar (m/s)*.

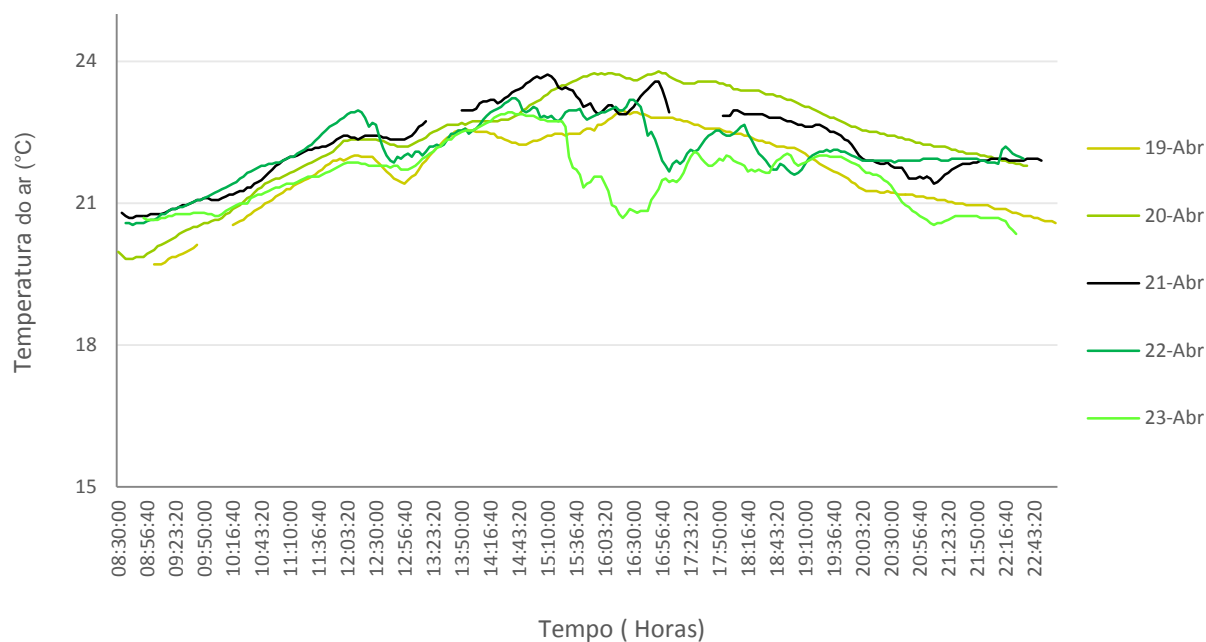


Figura 75 Variação da Temperatura do ar ao longo do dia e da semana.

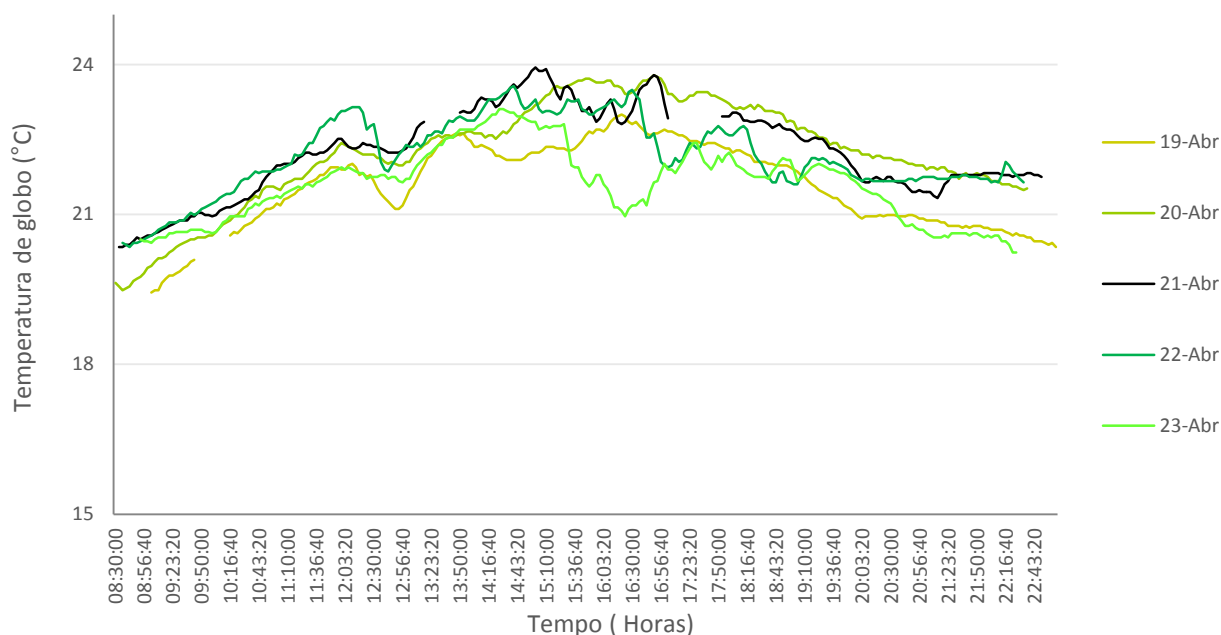


Figura 76 Variação da Temperatura de Globo ao longo do dia e da semana.

Observa-se para os cinco dias úteis- 19 a 23 de Abril- que os parâmetros Temperatura do ar (°C) e Temperatura de globo (°C), Figuras 75 e 76 respectivamente, situam-se de uma forma geral entre os 20 e os 24 °C. Percebe-se ainda, à exceção do dia 23 de Abril, um aumento gradual da Temperatura do ar (°C) e da Temperatura de globo (°C) atingindo o seu auge aproximadamente entre as 15h30 e as 16h40, período em que a radiação solar é intensa. A exceção associada ao

dia 23 de Abril poderá estar relacionada com a mudança súbita das condições climáticas, isto é, descida de temperaturas e aumento da pluviosidade - Figura 77.

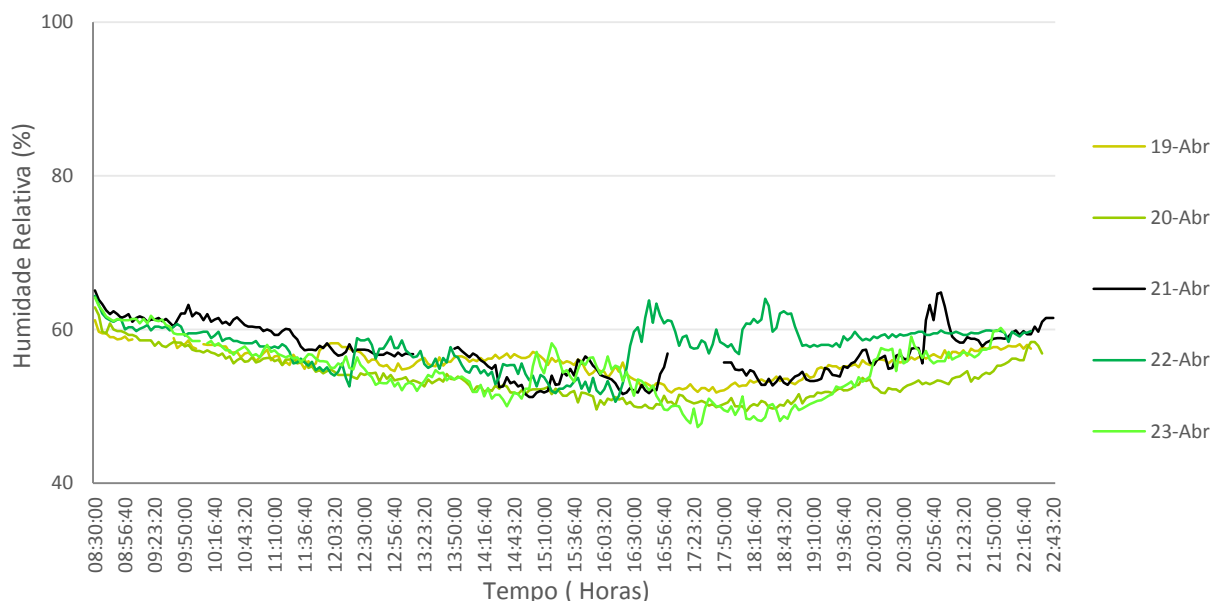


Figura 77 Variação da Humidade relativa ao longo do dia e da semana.

Como se pode verificar, um aumento da Humidade relativa do ar (%) para o período mencionado é acompanhado por um decréscimo da Temperatura do ar (°C) e da Temperatura de globo (°C).

De facto o comportamento da Temperatura do ar (°C) bem como da Temperatura de globo (°C) é completamente antagónico ao comportamento da Humidade relativa do ar (%), isto é, o aumento gradual da Temperatura do ar e de globo até às 15h30 é acompanhado pela diminuição gradual e simultânea da Humidade relativa do ar, corroborando a ideia da existência de uma proporcionalidade inversa entre este último parâmetro e a Temperatura do ar e de globo. O cenário repete-se no sentido inverso a partir das 18h00 em que se regista uma diminuição da Temperatura do ar e de globo com um consequente aumento da Humidade relativa do ar.

Desta forma, pode afirmar-se que para o tipo de actividade desenvolvida - trabalho sentado com movimento ligeiro do tronco e braços- os parâmetros encontram-se dentro da zona de conforto cujos valores, segundo a CTCOR (2001), estão definidos para temperaturas entre os 18 e os 24°C e para humidades relativas entre os 40 e os 70%.

Verifica-se, porém, para o parâmetro Velocidade do ar (m/s) valores superiores ao estipulado para a zona de conforto, isto é 0,1 m/s. A causa desta discrepância reside na abertura e fecho frequente do portão do pavilhão gesto que permite a circulação natural de ar, sem provocar desconforto.

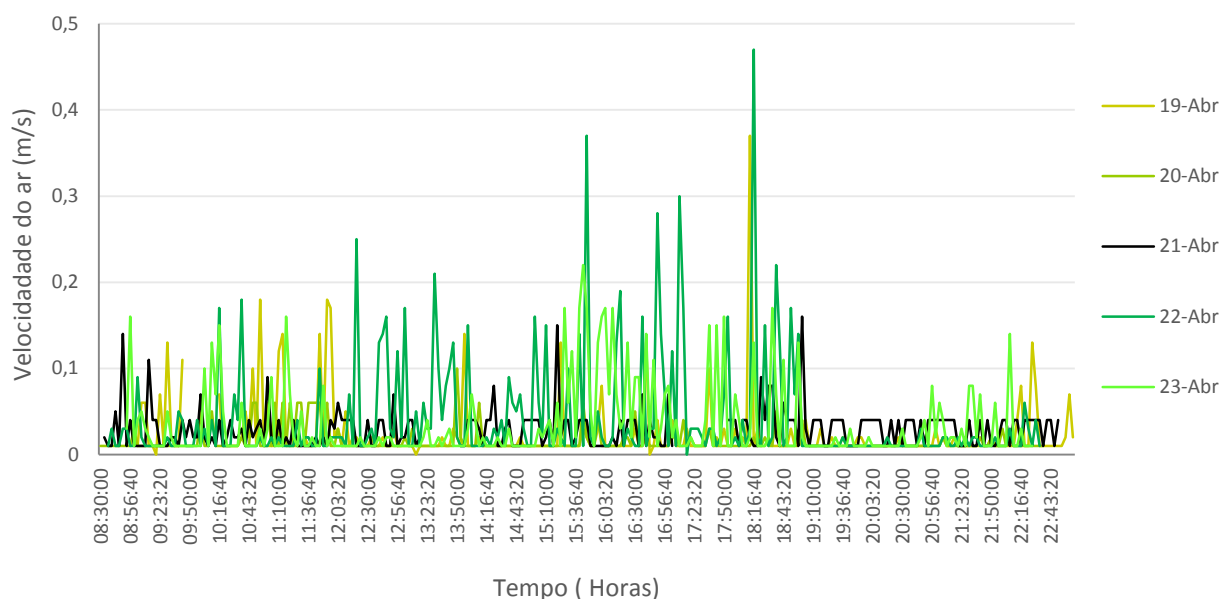


Figura 78 Variação da velocidade do ar ao longo do dia e da semana.

Em suma, as condições de Temperatura e Humidade na secção de Escolha Manual estão de acordo com mencionado no nº1 do artigo 24.º da *Portaria nº 702/80 de 22 de Setembro* que Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais:

- 1- "A temperatura e humidade dos locais de trabalho devem ser adequadas ao organismo humano..."

Esta avaliação preliminar pode ser complementada com o cálculo dos índices WBGT e PMV-PPD.

6.3.2 Índice WBGT

Tendo em mente o anteriormente referido, os trabalhadores não correm qualquer risco de entrar em estado de stress térmico, o qual *"pode ser facilmente atingido com o aumento do metabolismo, da temperatura do ar e da diminuição da velocidade do ar"* (Castelo Branco da Silva, 2009).

Não obstante e com o objectivo de confirmar esta afirmação procedeu-se ao cálculo do índice de stress térmico WBGT. A escolha deste índice deveu-se sobretudo à facilidade com que é utilizado em ambiente industrial (Miguel, 2007).

A norma ISO 7243:1989 estabelece como valores de referência para o índice de WBGT, valores na ordem dos 30°C, para indivíduos aclimatados ao calor e 29 °C para indivíduos não aclimatados ao calor.

Assim e de acordo com a Figura 79 o índice WBGT interior encontra-se muito abaixo do valor de referência para indivíduos aclimatados ao calor confirmando-se a inexistência de stress térmico.

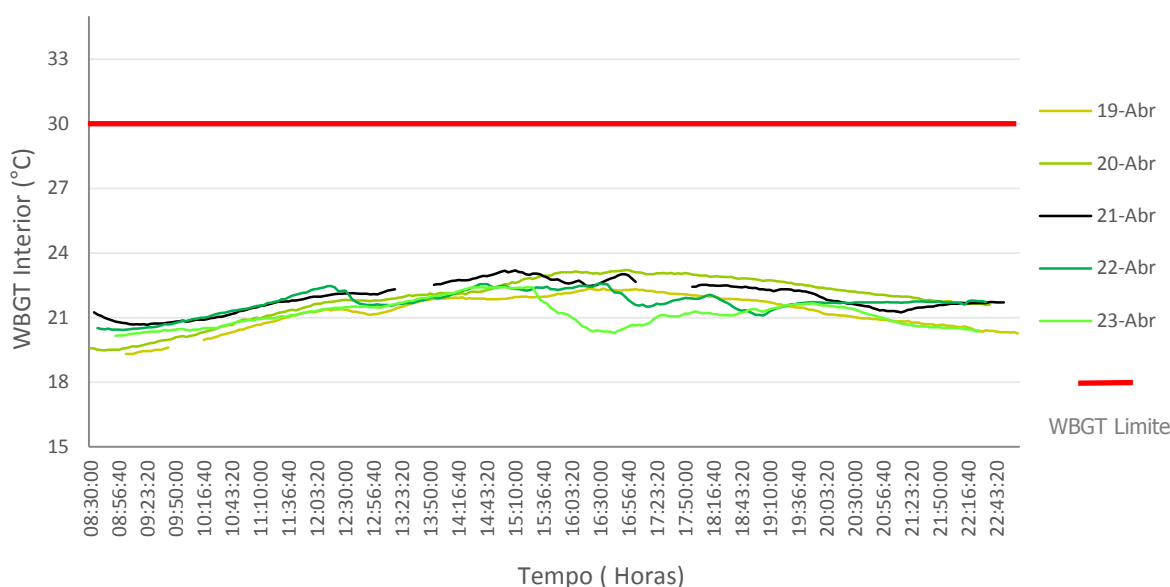


Figura 79 Variação do índice WBGT interior ao longo do dia e da semana.

Esta conclusão vem por isso corroborar o previsto na norma ISO 7243:1989, isto é, o índice WBGT “não se aplica à avaliação de calor próximo das zonas de conforto”, aconselhando-se o seu uso em situações cujas temperaturas são muito elevadas.

Estabelecendo um paralelo com as temperaturas baixas, experiências anteriores apontam Dezembro e Janeiro como os meses mais críticos em termos de valores de conforto térmico, uma vez que as temperaturas dentro do pavilhão atingem valores muito baixos. Durante esse período a Escolha Manual de rolas decorre dentro da normalidade, contudo estas temperaturas associadas à actividade em questão tem repercursões acentuadas a nível fisiológico, visto que apenas os membros superiores estão em movimento inibindo o metabolismo e portanto o corpo não consegue lutar sozinho contra o frio sendo necessário utilizar recursos adicionais (aquecedores e cobertores) para fornecer calor e/ou impedir o arrefecimento dos membros inferiores em repouso.

Assim, futuramente seria importante efectuar medições durante o referido período a fim de analisar se os desvios da zona de conforto são ou não significativos utilizando, para o efeito, o WCI.

6.3.3 Índice PMV-PPD

Segundo Rodrigues et al. (2010) a determinação do PMV depende das variáveis físicas Temperatura do ar (°C), Temperatura de globo (°C), Humidade relativa (%), Velocidade do ar (m/s), da actividade desenvolvida pelos indivíduos e do vestuário por eles utilizado.

Os cálculos foram realizados recorrendo à programação em EXCEL, sendo as funções de cálculo do PMV e PPD com base nas expressões da Norma ISO 7730:2005.

Posto isto, consultou-se o Anexo B da norma ISO 7730:2005 sob a epígrafe “Taxa de metabolismo para diferentes actividades” e seleccionou-se na Tabela B.1, por analogia à actividade em estudo, a taxa de metabolismo de 1,2 met correspondente à categoria: “actividade sedentária”.

Através da Tabela C.1 do Anexo C, sob o mote: “Isolamento térmico do vestuário”, da referida norma, foi ainda possível estimar o valor próximo para o vestuário de trabalho da actividade em estudo.

Devido às condições climatéricas presentes (condições primaveris) o vestuário envergado pelos trabalhadores é leve e fresco²⁶, pelo que se decidiu 0,90 clo de isolamento térmico como um valor aceitável.

Definidas e reunidas todas as variáveis, determinou-se o índice PMV o qual permitiu calcular, numa fase posterior, o índice PPD. O comportamento do índice PMV está registado na Figura 80.

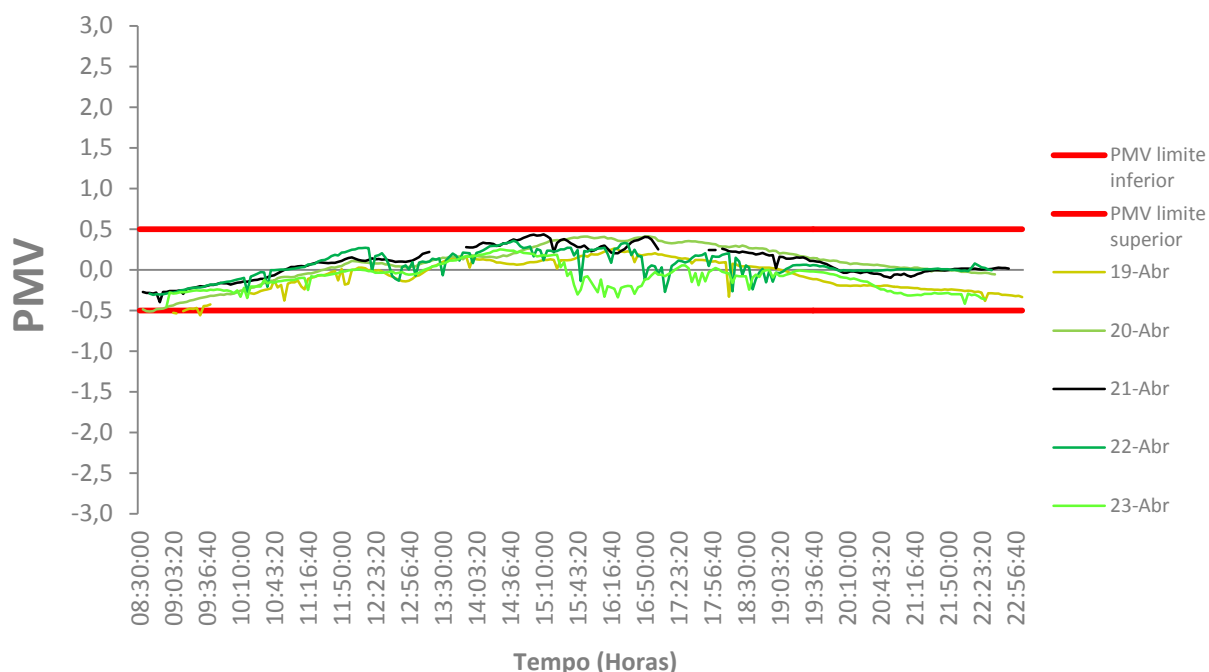


Figura 80 Variação do PMV ao longo do dia e da semana.

O índice PMV, segundo a supracitada norma ISO 7730:2005, prevê o nível de sensação térmica de um número específico de indivíduos expostos ao mesmo ambiente para o intervalo entre +3 e -3, em que o nível +3 corresponde ao nível de sensação térmica quente e o nível -3 representa o nível de sensação térmica fria.

De acordo com a Figura 80, os valores de PMV ao longo do dia e da semana encontram-se entre os níveis +0,5 e -0,5 considerados pela norma como valores limite para ambientes neutros.

Procedeu-se também ao cálculo do PPD, à luz da norma ISO 7730:2005, o qual estabelece uma "previsão quantitativa da percentagem de indivíduos que se sente termicamente insatisfeito" e que votam nível quente, tépido, fresco ou frio- Figura 81

²⁶ Cuecas, camisa, calças, bata, meias e sapatos.

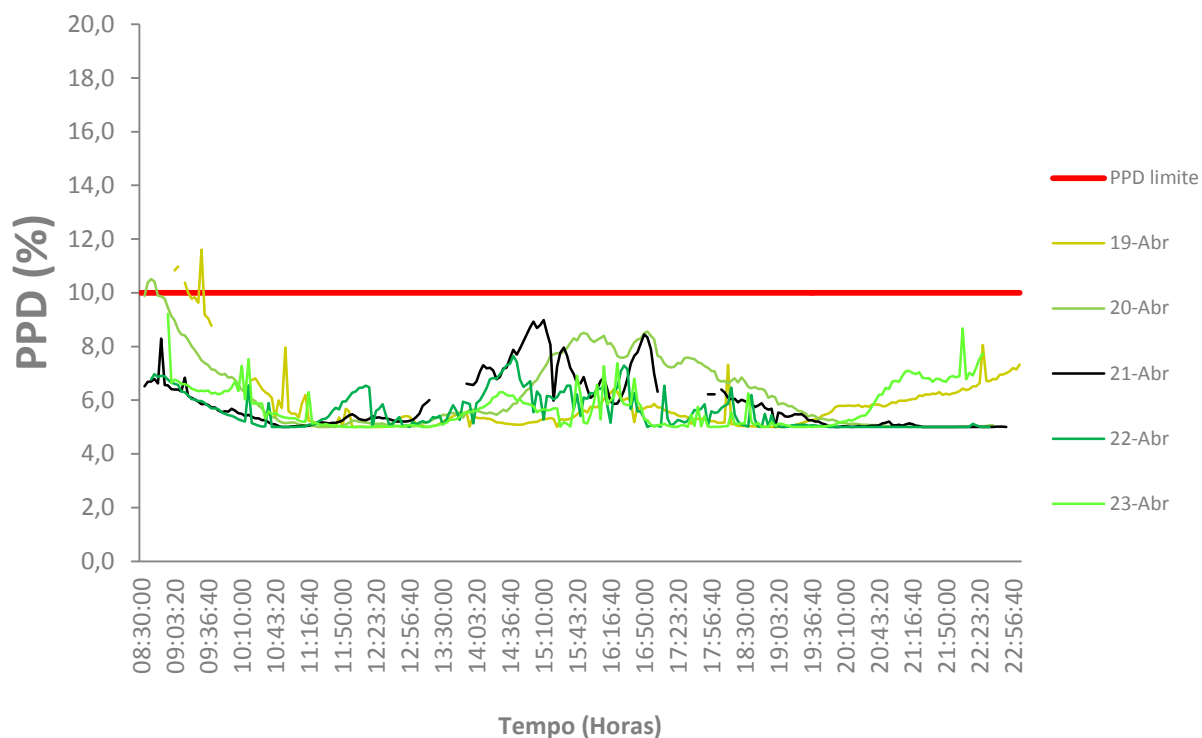


Figura 81 Variação do PPD ao longo do dia e da semana.

Segundo a figura 81 a percentagem de insatisfeitos, de uma forma geral não ultrapassa os 10% e portanto encontra-se dentro dos limites estipulados pela norma. Não obstante, embora os valores do Índice PMV-PPD encontrem-se dentro dos limites recomendados pela norma sobressaem-se alguns picos cujas causas urge apurar.

Posto isto, optou-se por cruzar os valores dos parâmetros, *Temperatura do ar (°C)*, *Temperatura de globo (°C)*, *Humidade relativa (%)* e *Velocidade do ar (m/s)* com os valores obtidos para o índice PMV-PPD- Figuras 82 a 89.

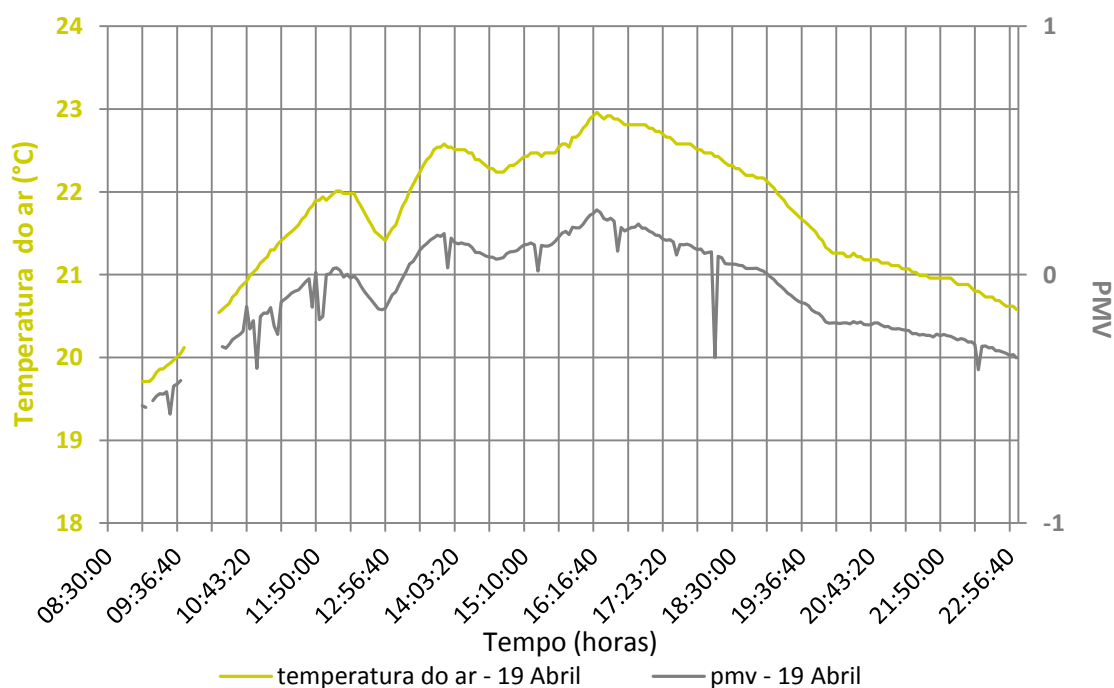


Figura 82 Variação do parâmetro Temperatura do ar e o índice PMV ao longo do dia.

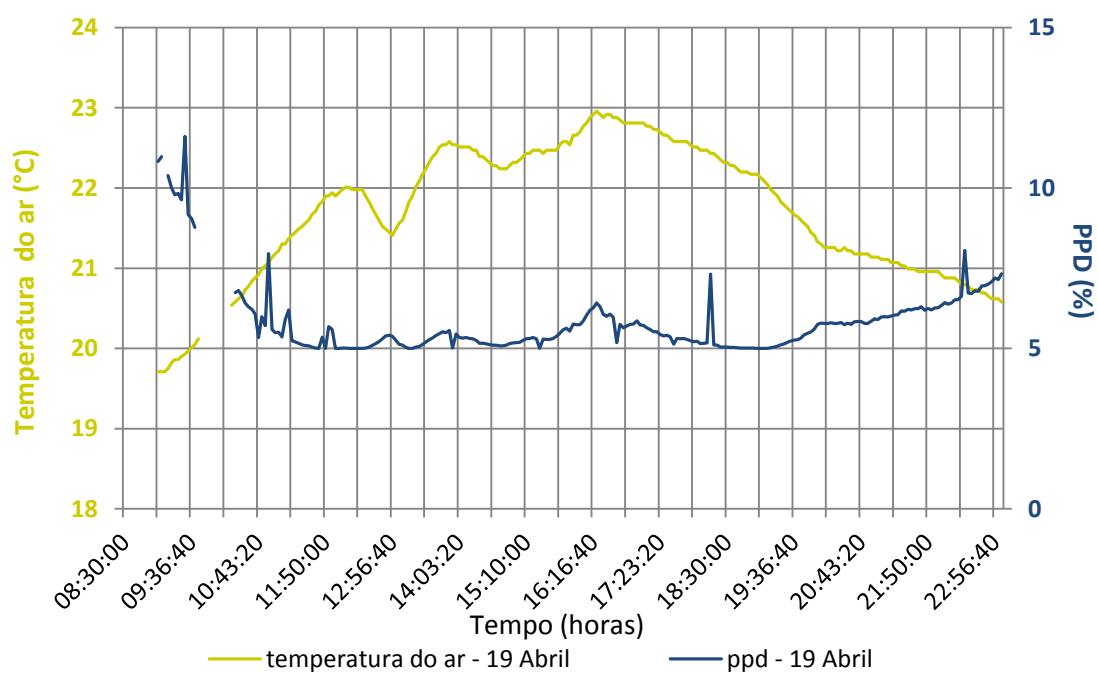


Figura 83 Variação do parâmetro Temperatura do ar e o índice PPD ao longo do dia.

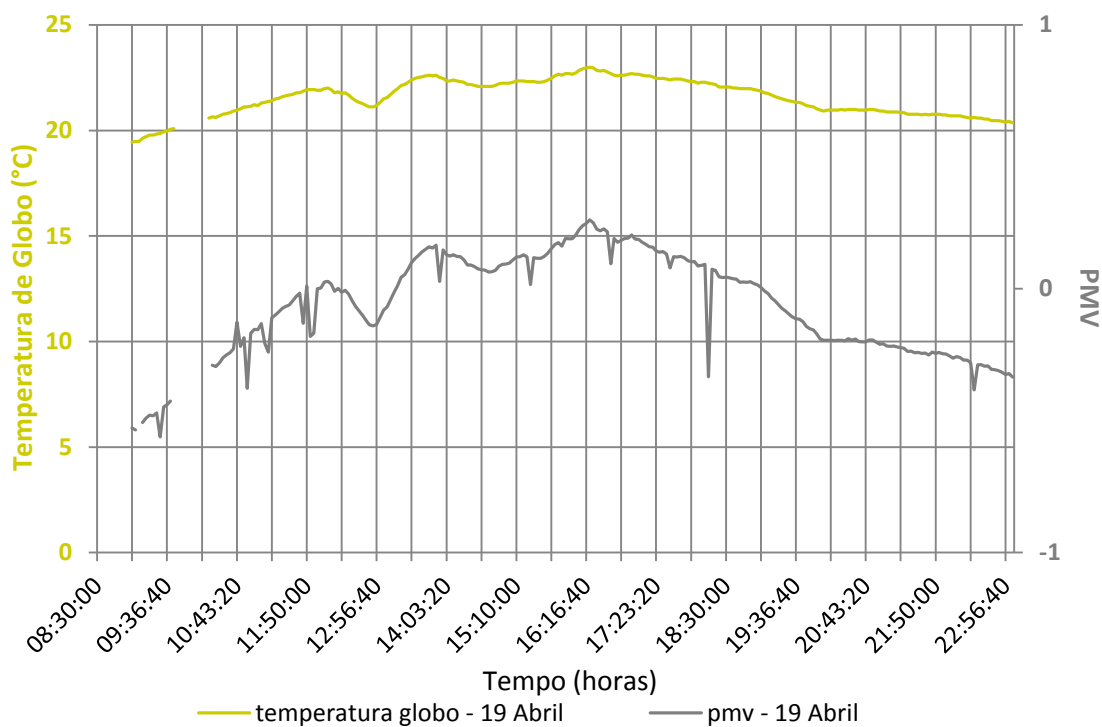


Figura 84 Variação do parâmetro Temperatura de globo e o índice PMV ao longo do dia.

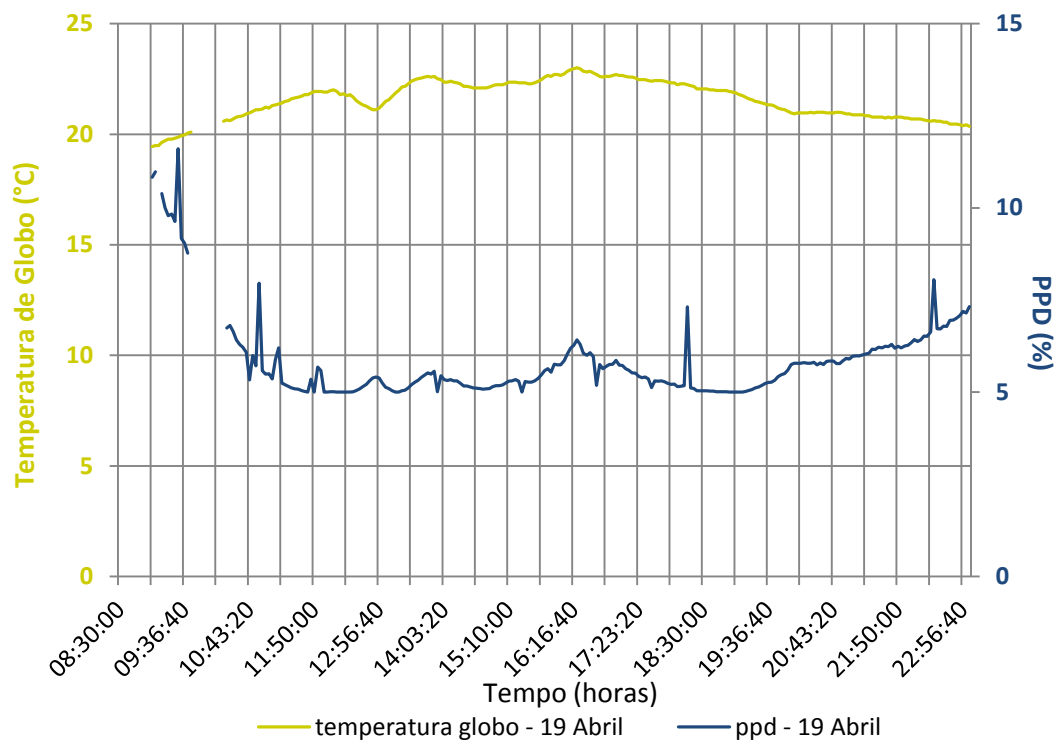


Figura 85 Variação do parâmetro Temperatura de globo e o índice PPD ao longo do dia.

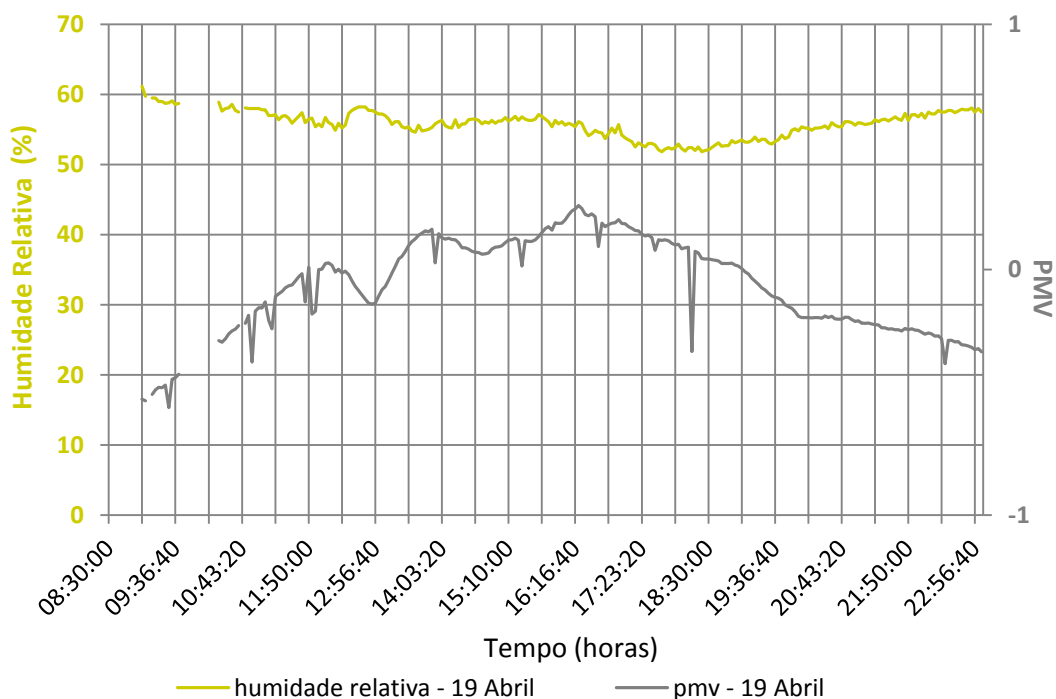


Figura 86 Variação do parâmetro Humidade Relativa e o índice PMV ao longo do dia.

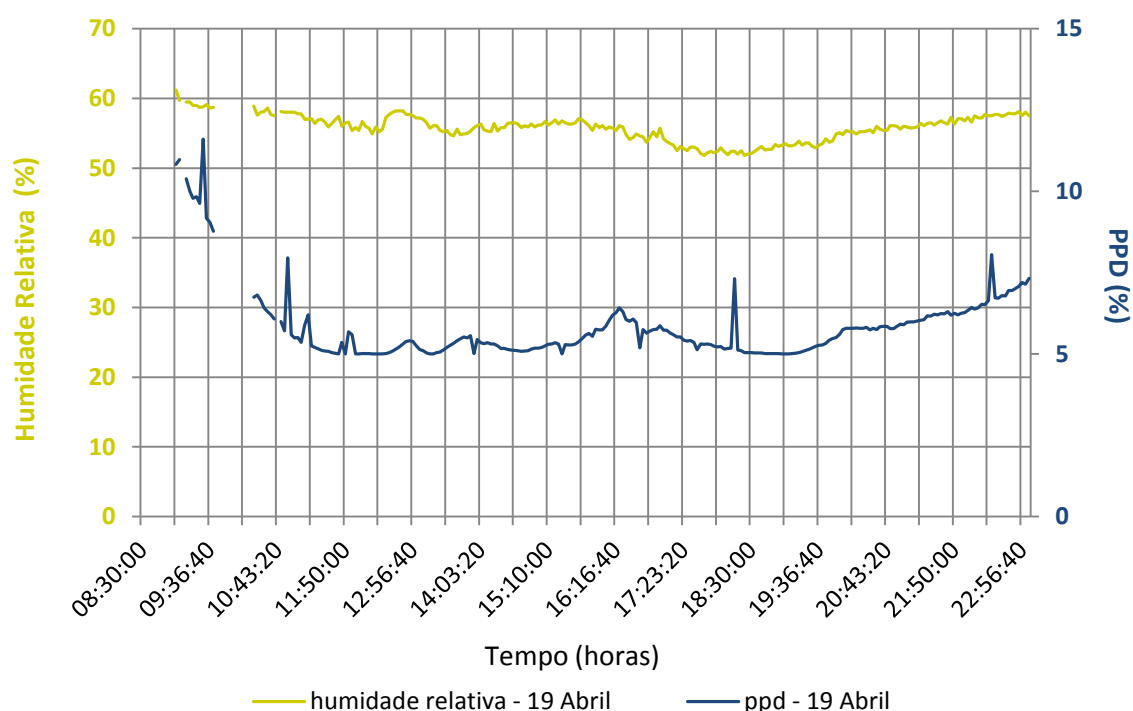


Figura 87 Variação do parâmetro Humidade relativa e o índice PPD ao longo do dia.

De uma forma geral, os valores dos parâmetros Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), Temperatura de globo ($^{\circ}\text{C}$) e Humidade relativa (%) são uniformes ao longo do primeiro dia (19 de Abril), estendendo-se esta uniformidade aos restantes dias da semana (ver ANEXO AMBIENTE TÉRMICO (em CD)).

Não existe, portanto, correspondência entre a oscilação abrupta dos índices PMV-PPD e os parâmetros anteriormente mencionados levando a concluir que a génese dos picos não é influenciada pela variação destes parâmetros.

Com efeito, o parâmetro mais crítico e cujo comportamento se aproxima em termos gráficos ao comportamento do índice PMV-PPD é, definitivamente, a Velocidade do ar. As figuras 88 e 89 descrevem o comportamento da velocidade do ar e respectivo índice PMV-PPD, para o dia 19 de Abril.

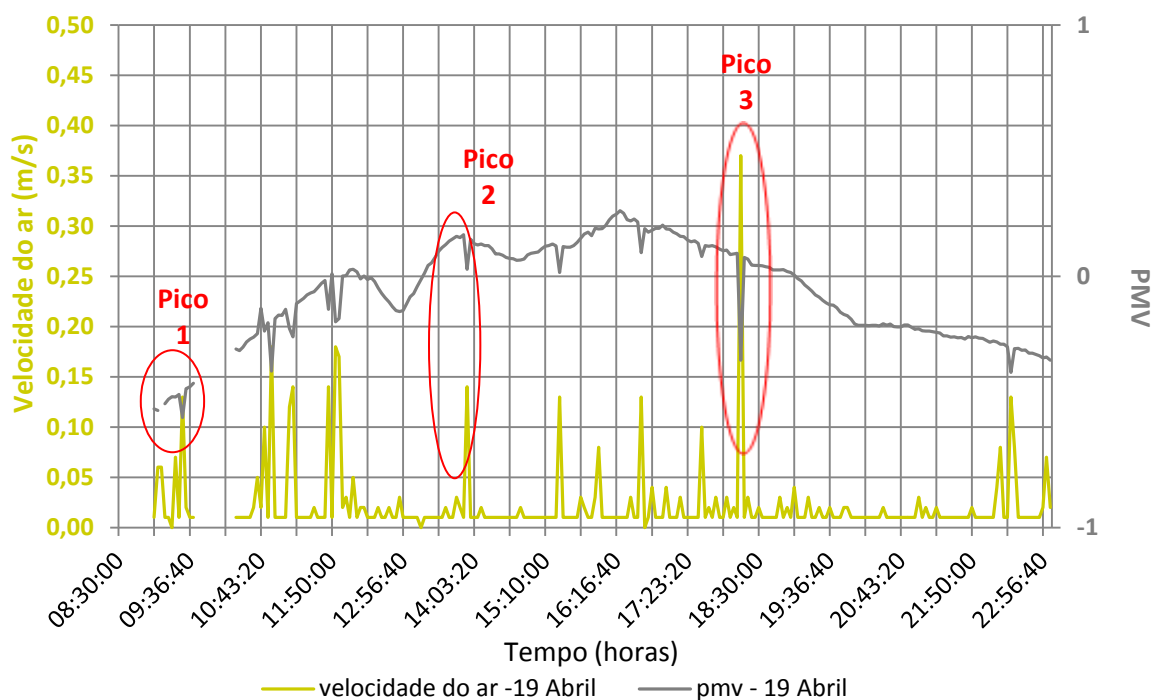


Figura 88 Variação do parâmetro Velocidade do ar e o índice PMV ao longo do dia

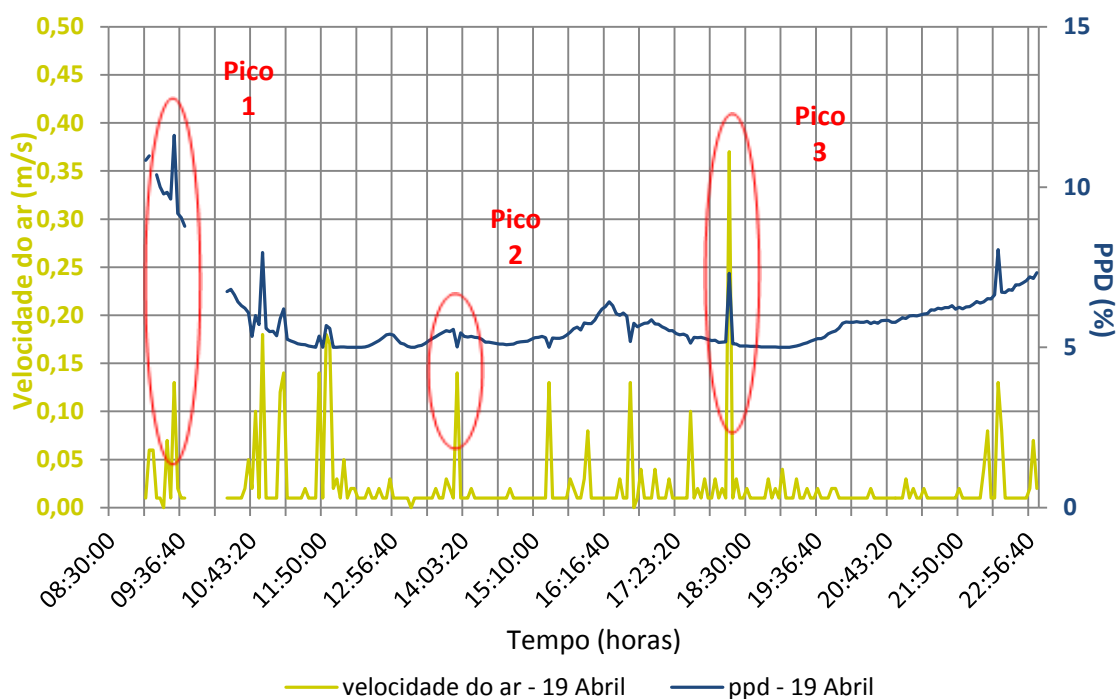


Figura 89 Variação do parâmetro Velocidade do ar e o índice PPD ao longo do dia.

De facto, as oscilações da Velocidade do ar não se afastam muito da sensação neutral (Figura 88).

No entanto, existem picos que geram, em determinados instantes, o aumento da percentagem de insatisfeitos (Pico 1 e Pico 3 – Figura 89) e noutros instantes a sua diminuição (Pico 2 – Figura 89).

No Verão estas variações, poderão revelar-se um mecanismo de arrefecimento para os indivíduos expostos a temperaturas elevadas e humidades baixas. No inverno, porém, poderão revelar-se um

indutor crítico de desconforto térmico, potenciando a sensação de frio. Este registo estende-se aos restantes dias da semana- ver ANEXO AMBIENTE TÉRMICO (em CD).

6.4 Tempo de Reacção

Com a vista a colmatar lacunas no âmbito do estudo de TR, pensou-se desenvolver uma metodologia que envolvesse a medição de variáveis intrínsecas e extrínsecas ao indivíduo e, em contexto real de trabalho, relacioná-las com o TR.

Assim, a indústria da cortiça e suas obras foi o sector escolhido para responder à problemática do TR em contexto real de trabalho e consequentemente o meio para introdução de uma nova metodologia.

A escolha deste sector prendeu-se principalmente com as condições a que o trabalhador está sujeito durante a jornada de trabalho; níveis de ruído elevados muito em parte devido às máquinas de escolha electrónica e tapetes de alimentação; temperaturas tendencialmente baixas ou elevadas e níveis de iluminação variáveis de posto de trabalho para posto de trabalho.

Adicionalmente, o trabalho desenvolvido na secção em estudo- Escolha Manual de rolhas- exige esforço visual aliado a níveis de concentração e memória elevados- factores que influenciam o TR.

Posto isto, foram realizadas medições, durante dez dias úteis, de três *variáveis extrínsecas*, a saber ruído, iluminação e ambiente térmico com equipamentos adequados para o efeito.

A análise de *variáveis intrínsecas* teve como ponto de partida o preenchimento de um questionário individual, por parte dos trabalhadores, quanto a hábitos alimentares (ingestão de álcool, cafeína), higiene do sono (nº de horas de sono diárias) e estado de saúde (doenças, ingestão de medicamentos, prática de desporto), somando-se um total de vinte questionários.

Neste sentido foram, ainda, recolhidas:

- ❖ Informações relativas a dados pessoais (nome, idade, posto de trabalho, género: masculino ou feminino);
- ❖ Dados antropométricos (peso e altura) de cada indivíduo e a partir destes dados foi ainda possível, estimar o índice de massa corporal de acordo com a classificação recomendada pela WHO (ANEXO B).

A fim de analisar o comportamento dos trabalhadores face a uma situação de teste, com e sem factor recompensa, instiu-se na segunda semana de medições a atribuição de três prémios aos três trabalhadores que apresentassem os menores valores de TR.

Instigada a competição, os trabalhadores fizeram o teste com objectivo de obter valores de TR que lhes permitisse alcançar um dos três lugares de acesso ao prémio, destacando-se assim, dos demais trabalhadores.

O valor instituído para o 1º, 2º e 3º prémio foi de 20€, 15€ e 10€ respectivamente, em vouchers a serem descontados numa cadeia de lojas pertencentes a uma conhecida superfície comercial.

Pretendeu-se, portanto, verificar se a teoria da expectativa subjacente à Teoria do processo de motivação se cumpre nos trabalhadores da Cork Supply.

Victor Vroom, citado por Pinto et al. (2006), sugere que as pessoas esforçam-se no sentido de atingir um desempenho que as conduza às recompensas que preferem-Teoria da expectativa.

Um vendedor concordará em trabalhar mais horas se acreditar que esse empenho o recompensará da forma que ele deseja e isso pode significar trabalhar mais ou não, com mais ou menos esforço, sujeitar-se ou não a certas situações ou ambientes (Pinto et al., 2006).

Esta teoria revela-se interessante para as organizações que perseguem objectivos de uma forma generalizada. As organizações que estabelecem objectivos ambiciosos alcançam um melhor desempenho, pelo que ao estabelecê-los devem ter em atenção a forma como os seus profissionais os encaram, ou seja se os encaram como objectivos atingíveis e associados a recompensas satisfatórias desenvolvendo, assim, o esforço necessário para os atingir (Pinto et al., 2006).

6.4.1 Caracterização da População

Foi submetida ao teste uma amostra de 20 trabalhadores do sexo feminino com uma frequência de quatro vezes ao longo do dia, a saber:

- ❖ Início da Manhã (IM);
- ❖ Antes do Almoço (AA);
- ❖ Depois do Almoço (DA);
- ❖ Fim de Tarde (FT);

durante 10 dias úteis de trabalho.

Refere-se ainda que devido ao volume de encomendas para este período bem como ao apertado prazo de entrega das mesmas, a empresa instituiu um regime de horas pós-laboral para atingir os níveis de produção ambicionados.

Em vista disto, os trabalhadores que aderiram a este regime foram submetidos a testes de TR adicionais. Assim foram efectuadas medições de TR referentes às fases:

- ❖ Início de Noite (IN),
- ❖ Noite (N),

prefazendo um total de 6 ensaios de TR por dia. As medições relativas aos períodos IN e N foram efectuadas na apenas segunda semana de medições.

6.4.2 Quantificação do Tempo de Reacção

O TR é medido com o "Reage", equipamento especialmente concebido para este estudo e o qual permite determinar o TR, resultante de estímulos visuais, com a simples pressão de um botão.

Como consequência, as medições do TR são guardadas directamente num ficheiro csv (comma separated values) com cada parâmetro - Figura 90:

NP	P	T	Led	Bot	T.AL (ms)	T.R (ms)
#reage	0	1	2	2	2307	2218
#reage	0	2	3	3	573	674
#reage	0	3	3	3	1930	606
#reage	0	4	3	3	544	539
#reage	0	5	2	2	923	512
#reage	1	1	3	3	940	565
#reage	1	2	3	3	2992	625
#reage	1	3	3	3	1487	591
#reage	1	4	2	2	3827	650
#reage	1	5	2	2	840	649
#reage	1	6	2	2	2303	652
#reage	1	7	3	3	2209	602
#reage	1	8	1	1	3560	545
#reage	1	9	1	1	2599	649
#reage	1	10	2	2	1816	586
#reage	1	11	3	3	2597	511
#reage	1	12	2	2	2012	496
#reage	1	13	1	1	1810	516
#reage	1	14	2	2	3979	548
#reage	1	15	1	1	2579	709

Figura 90 Exemplo da apresentação dos dados recolhidos pelo equipamento Reage.

Os parâmetros representados na Figura 90 denominam-se:

- ❖ NP: Nome do programa;
- ❖ P: Tipo de Programa utilizado (0 ou 1);
- ❖ T: Nº de Tentativas (5 tentativas no caso do programa seleccionado ser o 0 ou 15 tentativas se o programa em questão for o 1);

- ❖ Led: Nº do Led;
- ❖ Bot: Nº do Botão correspondente ao Led;
- ❖ T.A.L: Tempo de Acendimento entre Leds;
- ❖ TR: Tempo de Reacção.

Passa-se, portanto, a apresentar os resultados obtidos referindo que por motivos alheios a este estudo apenas serão consideradas 13 amostras da população de 20 recolhidas.

6.4.3 Estatística Descritiva: Mediana

A mediana é uma medida de dispersão, ou seja é o valor mais representativo e estável do grupo de dados das 15 tentativas anteriores e o grupo de 15 tentativas seguinte em comparação com outras medidas como é o caso da média, máximo e mínimo (consultar Anexo C).

6.4.1 Análise: 1ª e 2ª Semanas de Medição

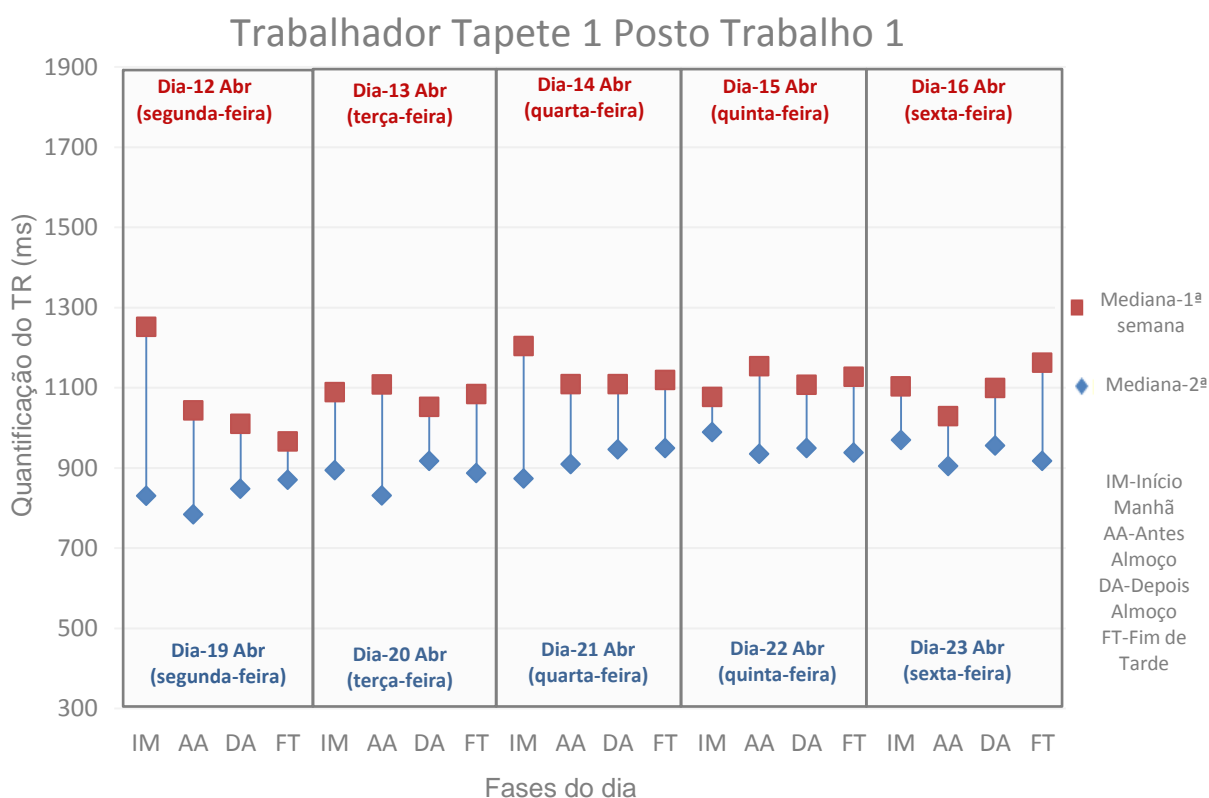


Figura 91 Dados de TR: trabalhador do Tapete 1 Posto de Trabalho 1.

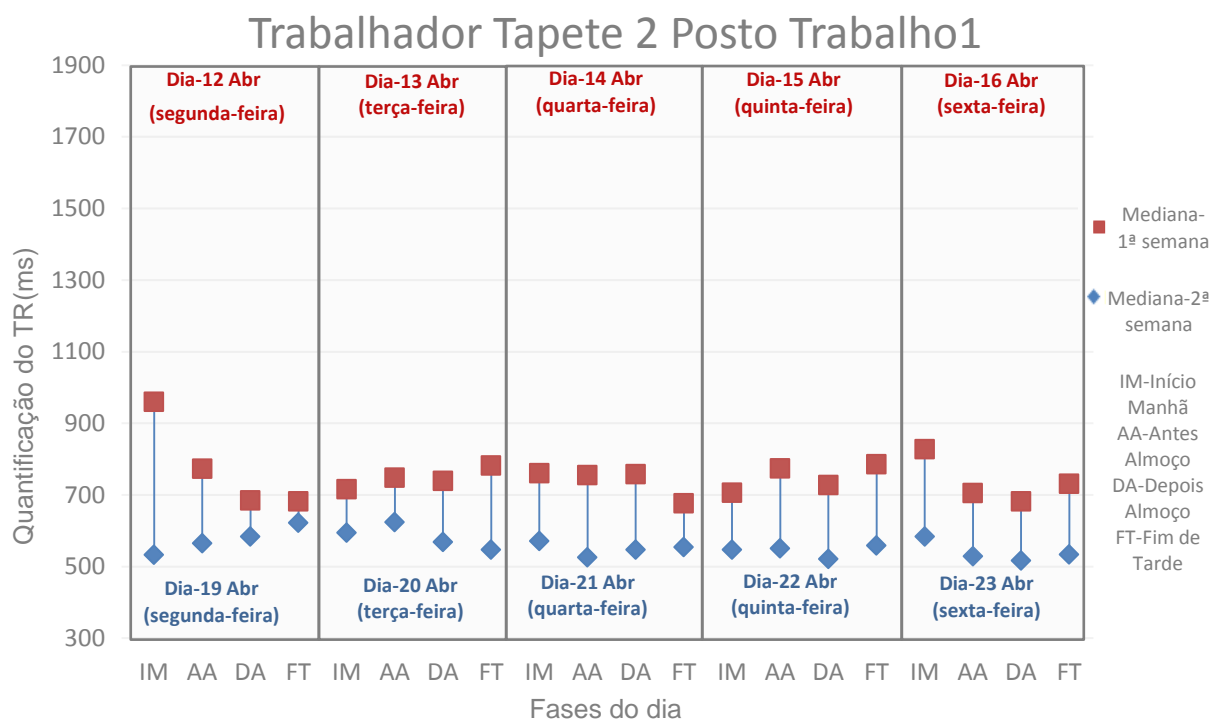


Figura 92 Dados de TR: trabalhador do Tapete 2 Posto de Trabalho 2.

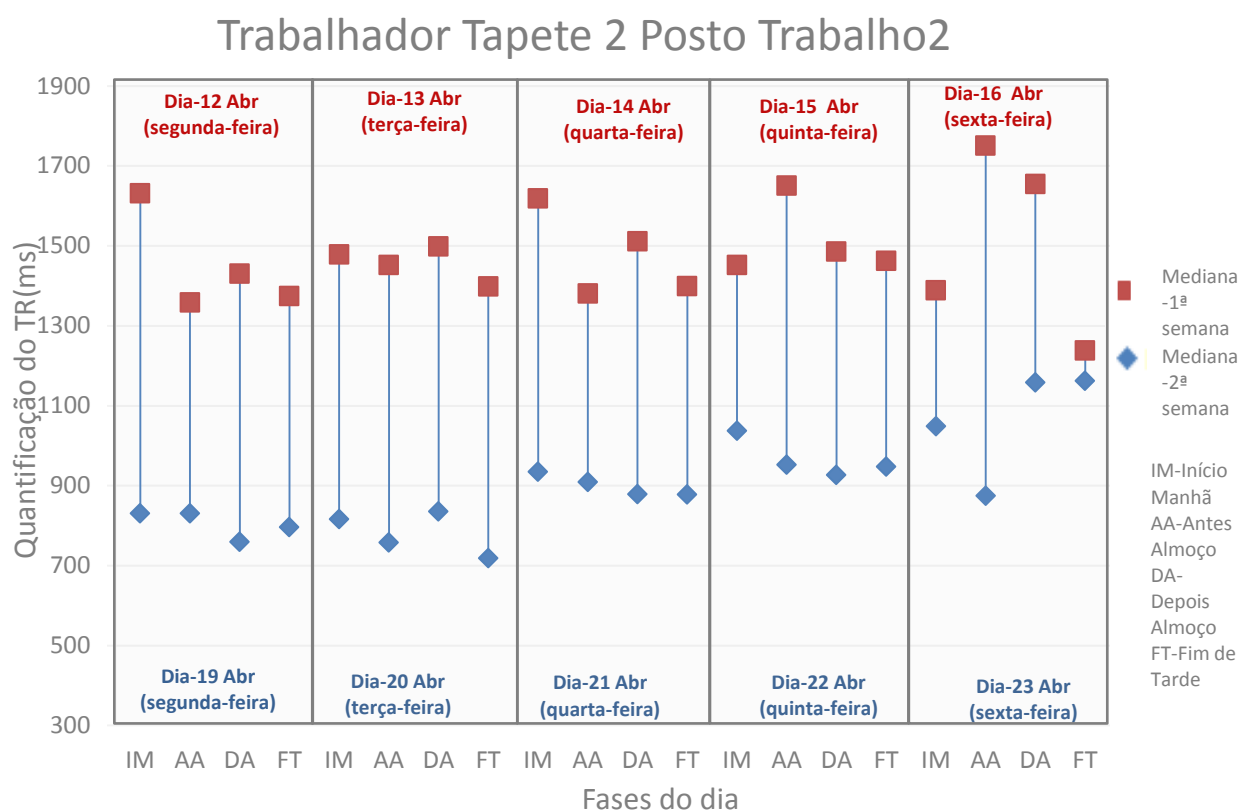


Figura 93 Dados de TR: Trabalhador do Tapete 2 Posto de Trabalho 2.

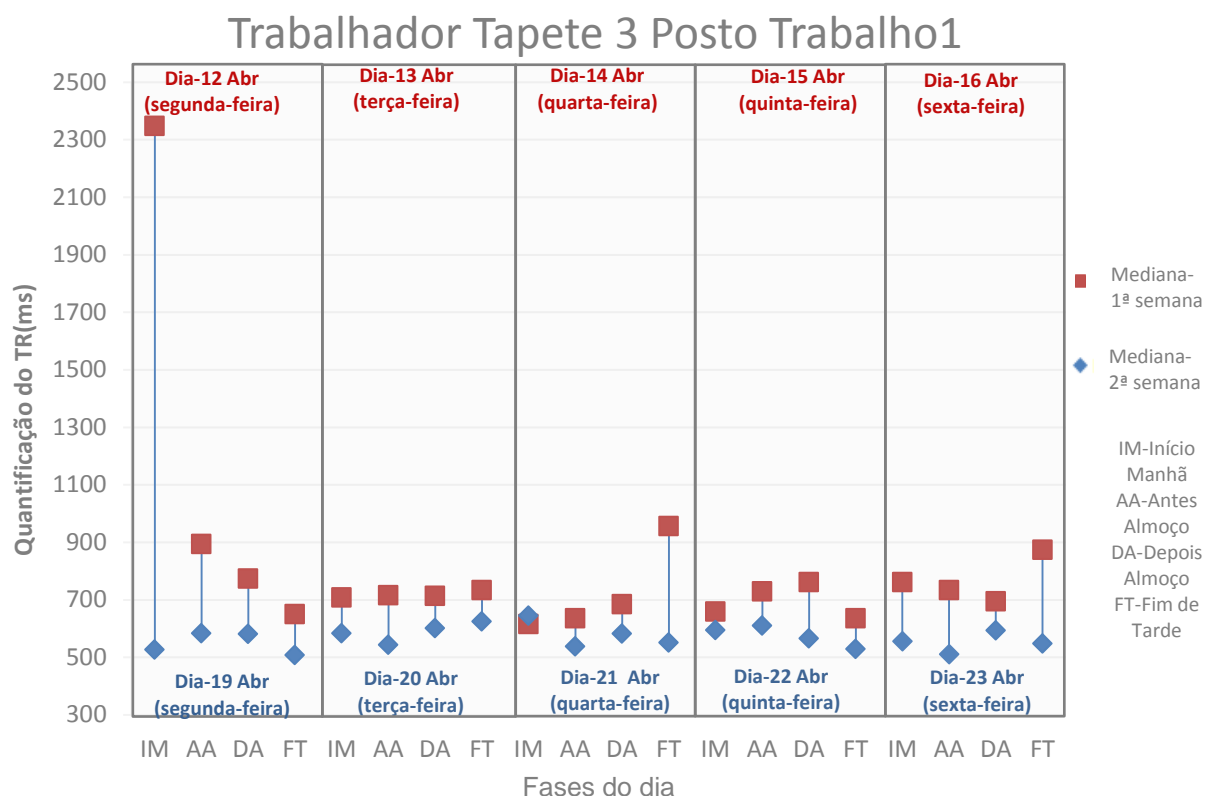


Figura 94 Dados de TR: trabalhador do Tapete 3 Posto de Trabalho 1.

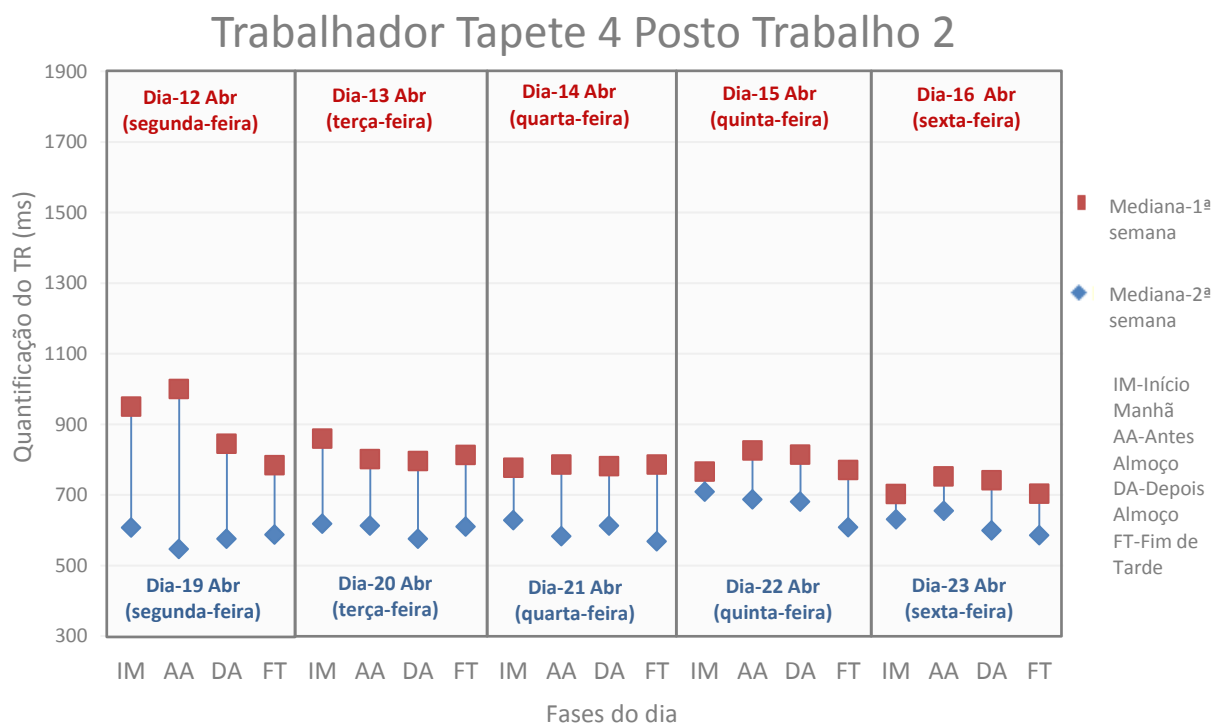


Figura 95 Dados de TR: trabalhador do Tapete 4 Posto de Trabalho 2.

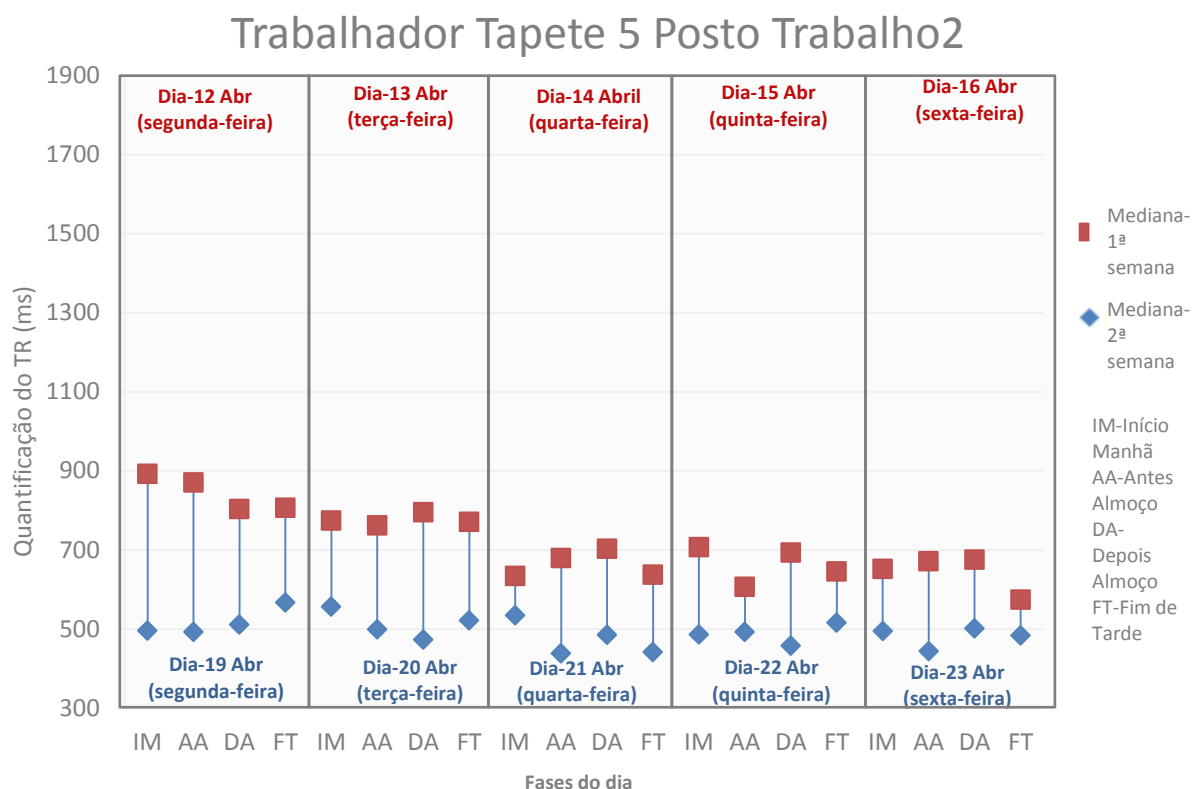


Figura 96 Dados de TR: trabalhador do Tapete 5 Posto de Trabalho 2

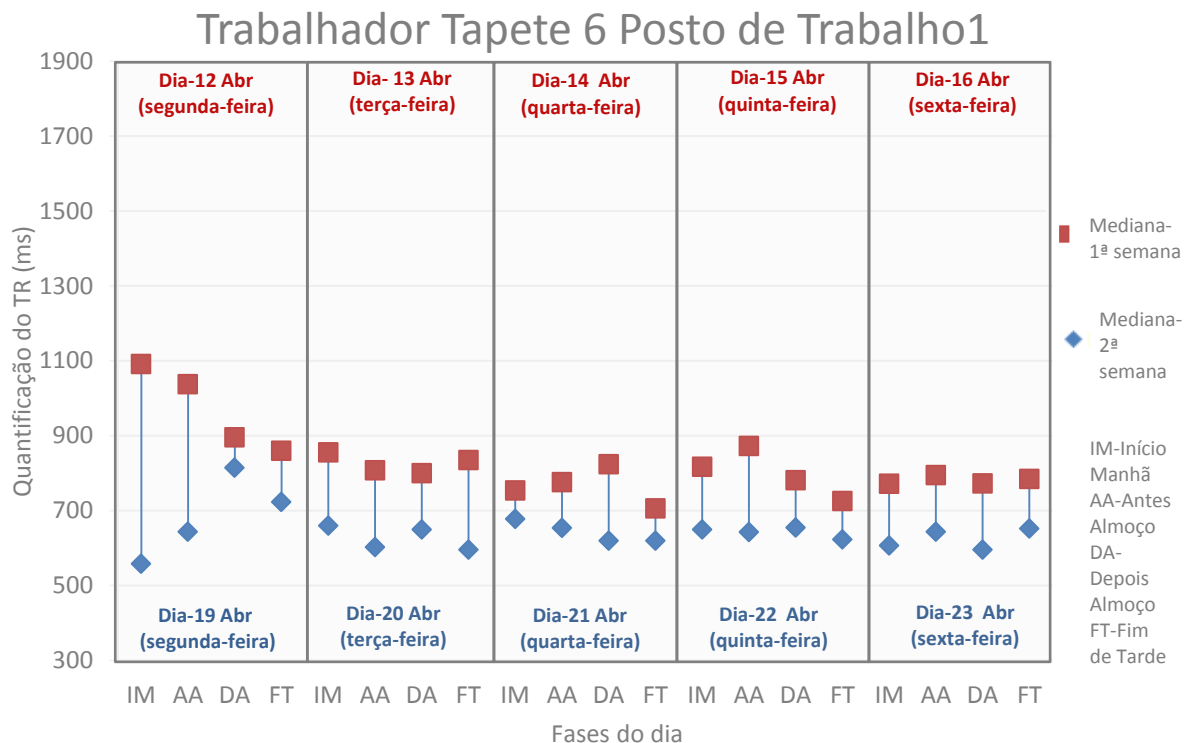


Figura 97 Dados de TR: trabalhador do Tapete 6 Posto de Trabalho 1

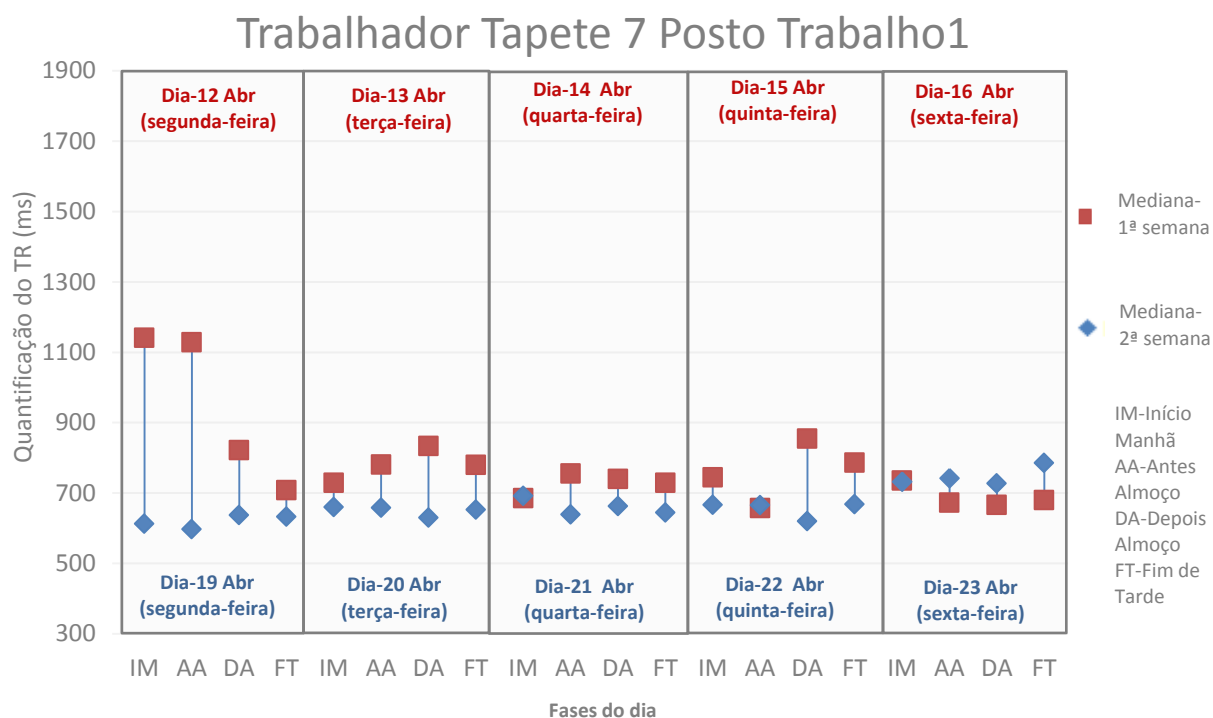


Figura 98 Dados de TR: trabalhador do Tapete 7 Posto de Trabalho 1.

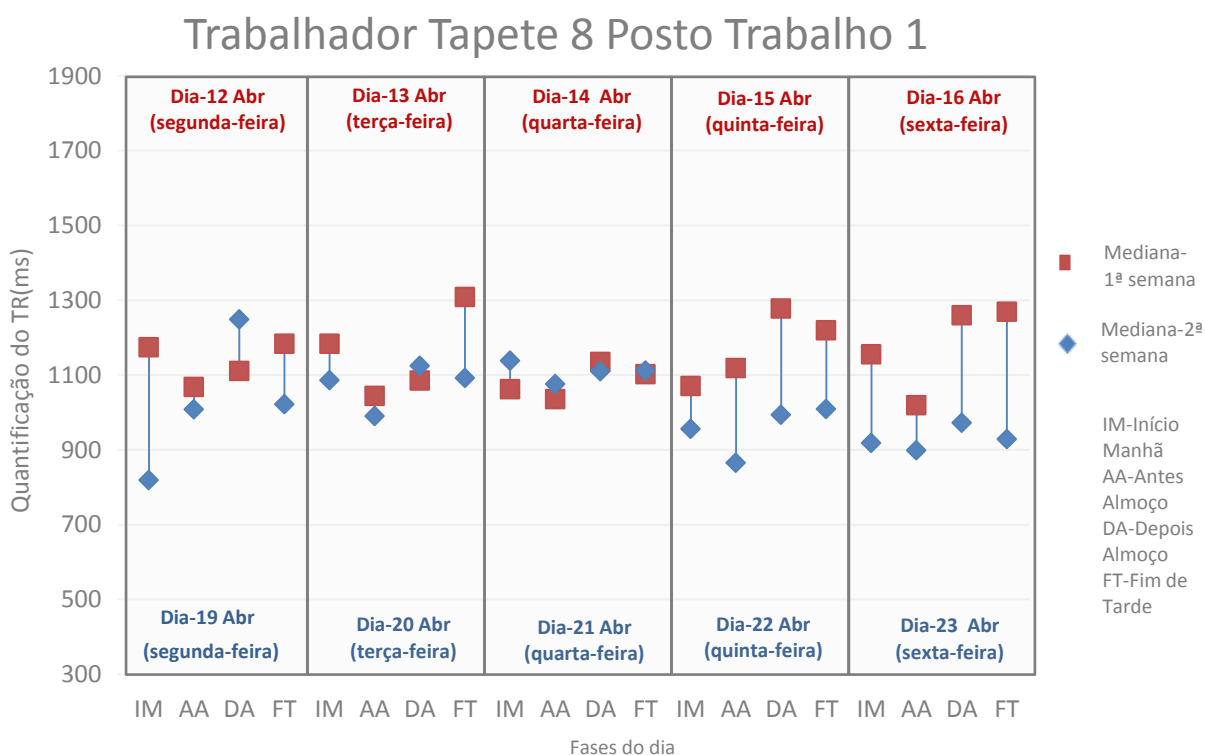


Figura 99 Dados de TR: trabalhador do Tapete 8 Posto de Trabalho 1.

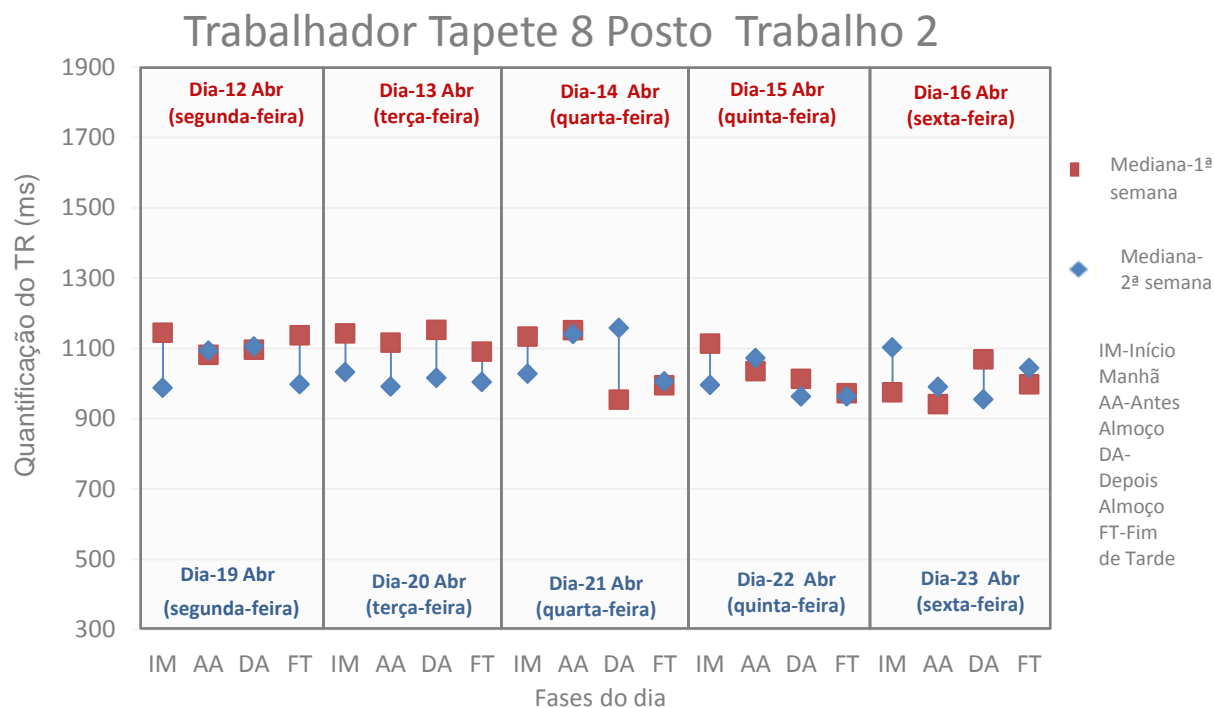


Figura 100 Dados de TR: trabalhador do Tapete 8 Posto de Trabalho 2.

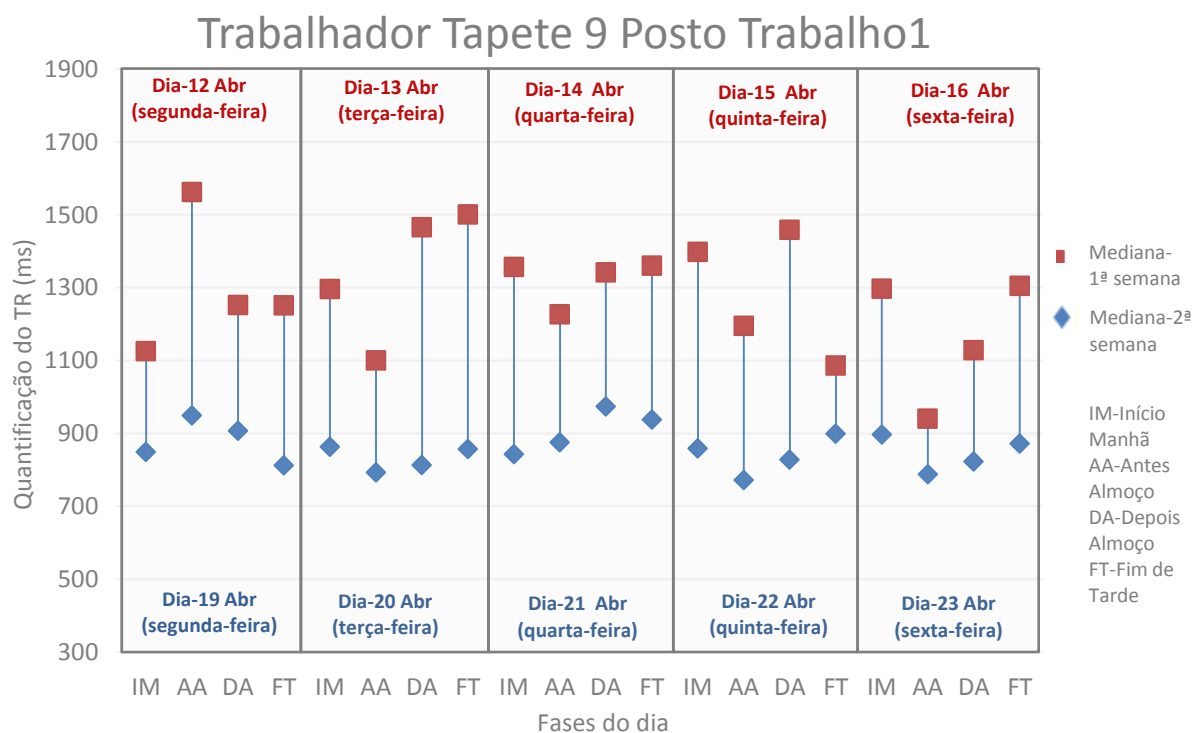


Figura 101 Dados de TR: trabalhador do Tapete 9 Posto de Trabalho 1.

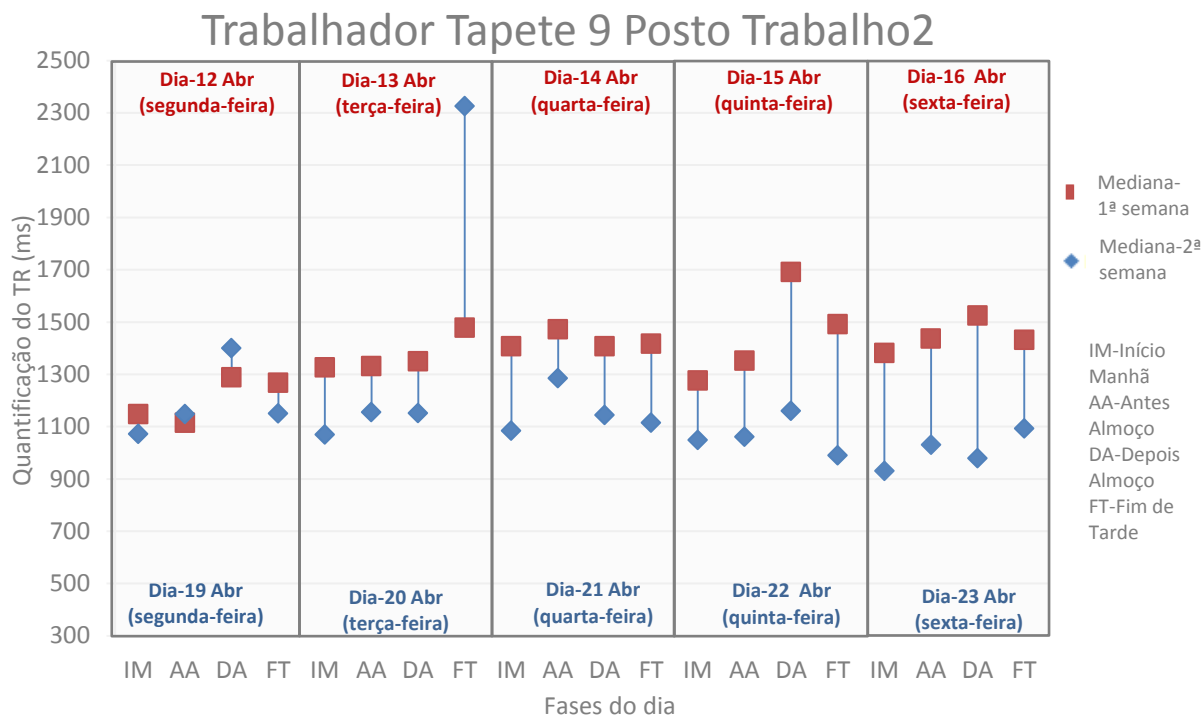


Figura 102 Dados de TR: trabalhador do Tapete 9 Posto de Trabalho 2.

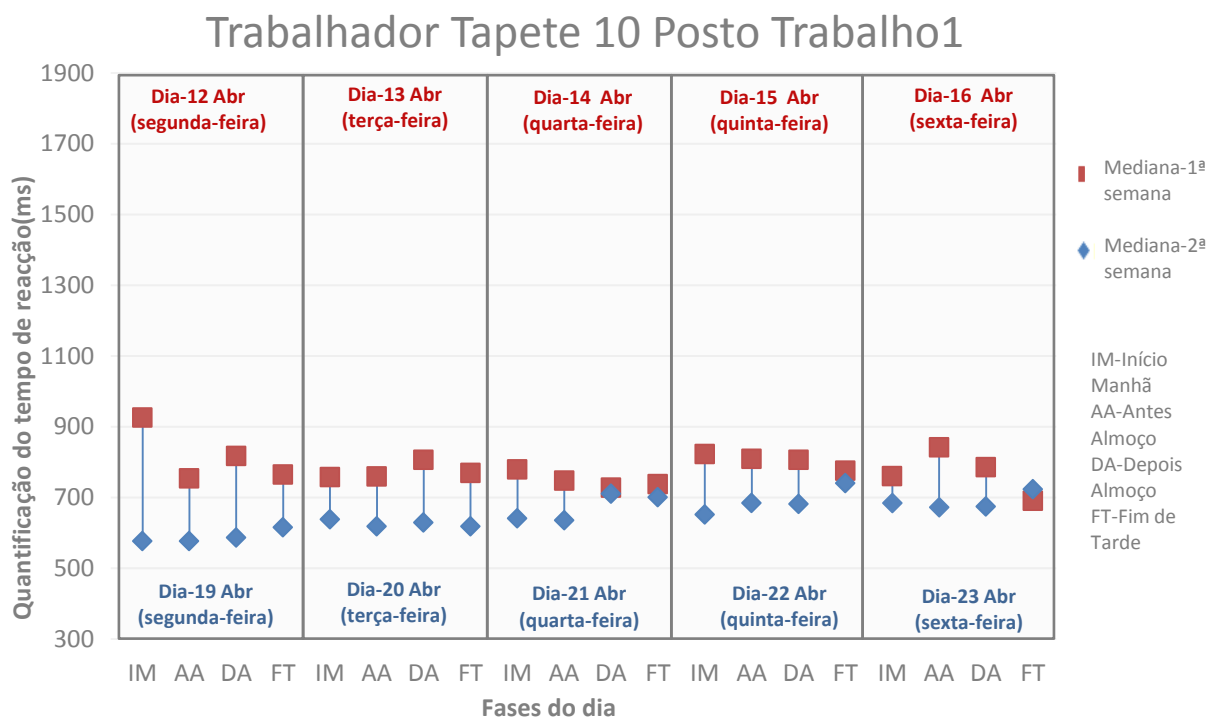


Figura 103 Dados de TR: trabalhador do Tapete 10 Posto de Trabalho 1.

De uma perspetiva geral, observa-se que o TR referente ao período IM do primeiro dia de medições (12 de Abril) destaca-se em termos quantitativos dos restantes períodos – AA, DA e FT – para o mesmo dia. De facto observa-se, à excepção dos trabalhadores do Tapete 4 PT2 e do Tapete 9 PT1, Figuras 95 e 101 respectivamente, TR's elevados em contraste com as outras fases do dia. Isto acontece, porque o primeiro contacto com o equipamento ocorre nesse período pelo

que o trabalhador ainda não está familiarizado com a metodologia, respondendo mais lentamente ao estímulo visual.

Como já foi salientado, o equipamento está configurado para 7 programas de teste cuja diferença reside, essencialmente, no tempo de acendimento entre Leds e no nº de tentativas. O programa escolhido foi o programa 1 com um intervalo de tempo de acendimento entre Leds de [500;4000] e com número total de 15 tentativas.

Cada vez que repete o teste, o trabalhador submete-se a um processo de refinamento das suas capacidades cognitivas e motoras de forma a encontrar um método eficaz de resposta ao estímulo. Em vista disto, foi possível apurar que alguns trabalhadores memorizam inconscientemente partes da sequência do acendimento aliatório dos Leds e como resultado obtem-se uma curva de valores otimizada dos respectivos TR

Não obstante, um teste cuja sequência de tentativas é de fácil memorização e que não gera desafio cognitivo ou motor, não motiva o indivíduo aumentando o seu TR.

A teoria da expectativa subjacente à Teoria do processo da motivação, defendida por Victor Vroom afirma que *"as pessoas esforçam-se no sentido de atingir um desempenho que as conduza às recompensas que perferem"* (Pinto et al., 2006).

Posto isto, e com o intuito de corroborar esta teoria decidiu-se atribuir vouchers, no valor de 20 €, 15€ e 10€, aos três trabalhadores que apresentassem menores valores de TR. Assim, a segunda semana de medições iniciou-se tendo em mente a atribuição de prémios às melhores prestações.

De facto, a instigação à competição veio revelar o cumprimento da teoria da expectativa nos trabalhadores da Cork Supply, traduzindo-se na diminuição significativa do TR.

Apesar da introdução deste factor de motivação, o TR de alguns indivíduos na segunda semana de medição manteve aproximadamente o mesmo padrão comportamental do TR da primeira semana de medição diferindo, apenas, quantitativamente. Isto vem confirmar mais uma vez a existência, em cada indivíduo, de um TR padrão. Este TR padrão é tão evidente que em alguns casos observa-se a sobreposição quantitativa dos valores relativos à primeira e segunda semana – Figuras 98, 99, 100, 102 e 103

Aliados a estes factores, encontram-se variáveis intrínsecas e extrínsecas ao indivíduo que influenciam o seu comportamento cognitivo e motor.

❖ Análise: Variáveis Extrínsecas

Um dos âmagos deste estudo prende-se com a análise da influência do ruído, da iluminação e ambiente térmico no TR.

Assim, o ruído em função da frequência e do tempo (Figuras 47 a 51) é do tipo contínuo, registando-se pequenas oscilações de LAeq entre 77 e 79 dB (A) que se mantêm neste intervalo ao longo de toda a semana. Relativamente aos valores relativos ao LEp,d 8h estes situam-se entre os 80 e os 82 dB (A) um pouco acima dos valores de acção inferiores.

No que diz respeito ao ambiente térmico, a avaliação com o índice WBGT veio confirmar a ausência de stress térmico, potencial impulsor do aumento do TR, ao passo que a avaliação com índice PMV-PPD veio confirmar a presença de um ambiente neutro ($-0,5 < PMV < 0,5$ e $PPD < 10\%$). As oscilações observadas nos índices PMV-PPD devem-se sobretudo ao parâmetro velocidade do ar.

A iluminação quanto à fonte é do tipo fluorescente tubular trifósforo, as melhores no seu género, com uma temperatura da cor na ordem do 6200°K- tonalidade fria. As fontes de tonalidade fria induzem o indivíduo a agilizar as tarefas dispendendo menos tempo com as mesmas (Fiorini, 2006).

Os níveis de iluminância medidos variam entre os 700 Lux e os 2000 Lux ao longo das várias fases do dia, obedecendo aproximadamente aos níveis recomendados pela Norma DIN5035-2:1990.

Estabelecendo uma analogia com os dados fornecidos pela medição das variáveis ruído, iluminação e ambiente térmico e os valores do TR não se verifica, à partida e para este caso, a existência de uma *relação causa-efeito*, reforçando a ideia que o TR é indubitavelmente influenciado pela teoria

da expectativa e da hierarquia das necessidades. Isto não significa, porém, que não exista interferência mesmo que ténue, destas variáveis no TR. O problema é que essa interferência não é perceptível por comparação directa dos resultados obtidos com a metodologia utilizada.

❖ Análise: Variáveis Intrínsecas

As variáveis de ordem intrínseca recolhidas para análise do TR, a saber hábitos alimentares, horas de sono, estado de saúde, idade, medidas antropométricas, IMC dizem respeito unicamente ao indivíduo, atribuindo-lhe uma identidade intransmissível.

Esta identidade reflecte-se no comportamento dos valores de TR pois cada indivíduo apresenta características próprias contribuindo para a construção do seu próprio TR padrão – Figuras 91 a 103.

Contudo e à semelhança do que acontece com as variáveis extrínsecas, não é possível através do cruzamento directo de valores saber especificamente qual a variável intrínseca responsável pelas oscilações do TR. Outros estudos, neste âmbito, revelaram que testes de correlação também não são viáveis.

Posto isto, seria interessante procurar estudar isoladamente cada uma das variáveis em função do TR do indivíduo utilizando outro tipo de metodologias.

6.4.2 Análise Regime Horas Extras

Durante este estudo alguns trabalhadores participaram num regime de horas extras dando continuidade ao teste de TR além do período normal de trabalho o qual originou a fase de medição do TR, Início da Noite (IN) e Noite (N). Pretendeu-se, portanto, averiguar para a 2ª semana de medição, se o TR nas fases IN e N aumentava - Figuras 104 a 112.

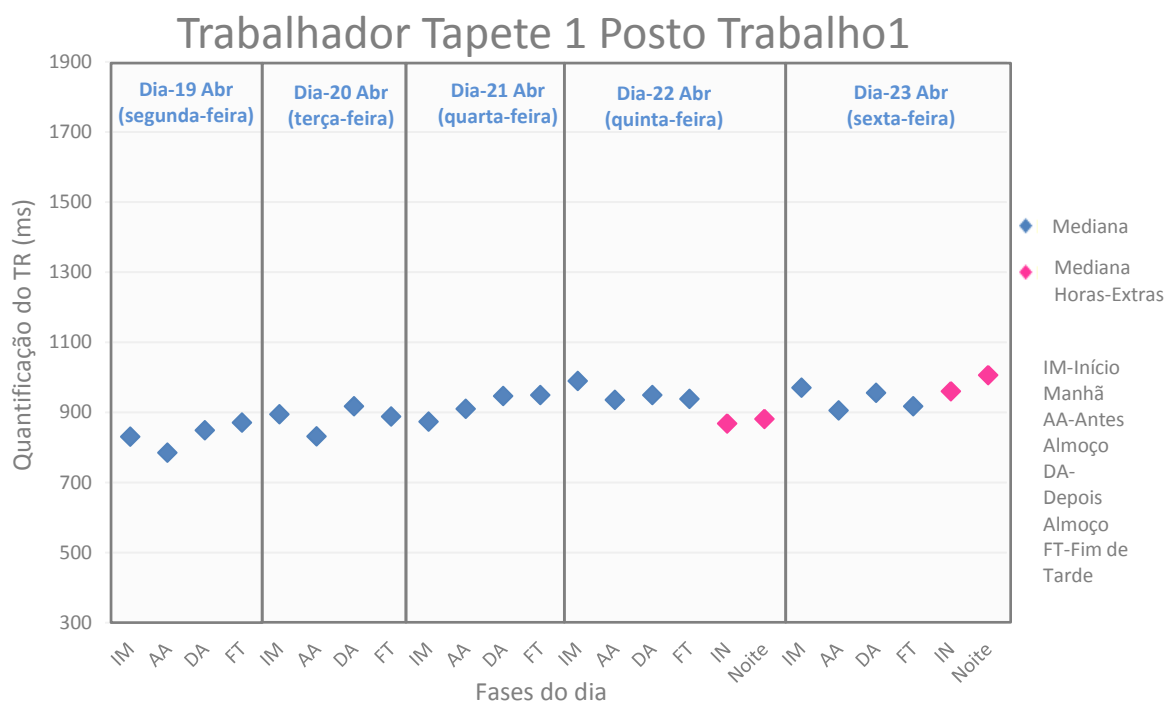


Figura 104 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 1 Posto Trabalho 1

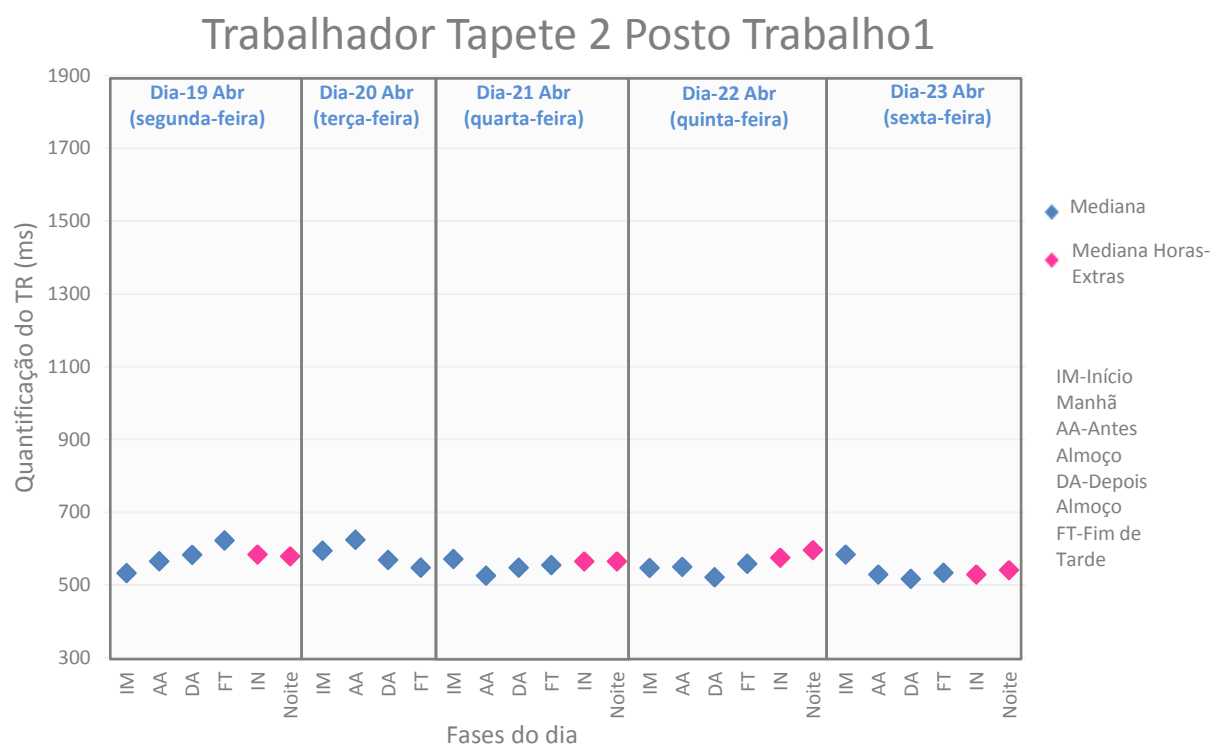


Figura 105 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 2 Posto Trabalho 1

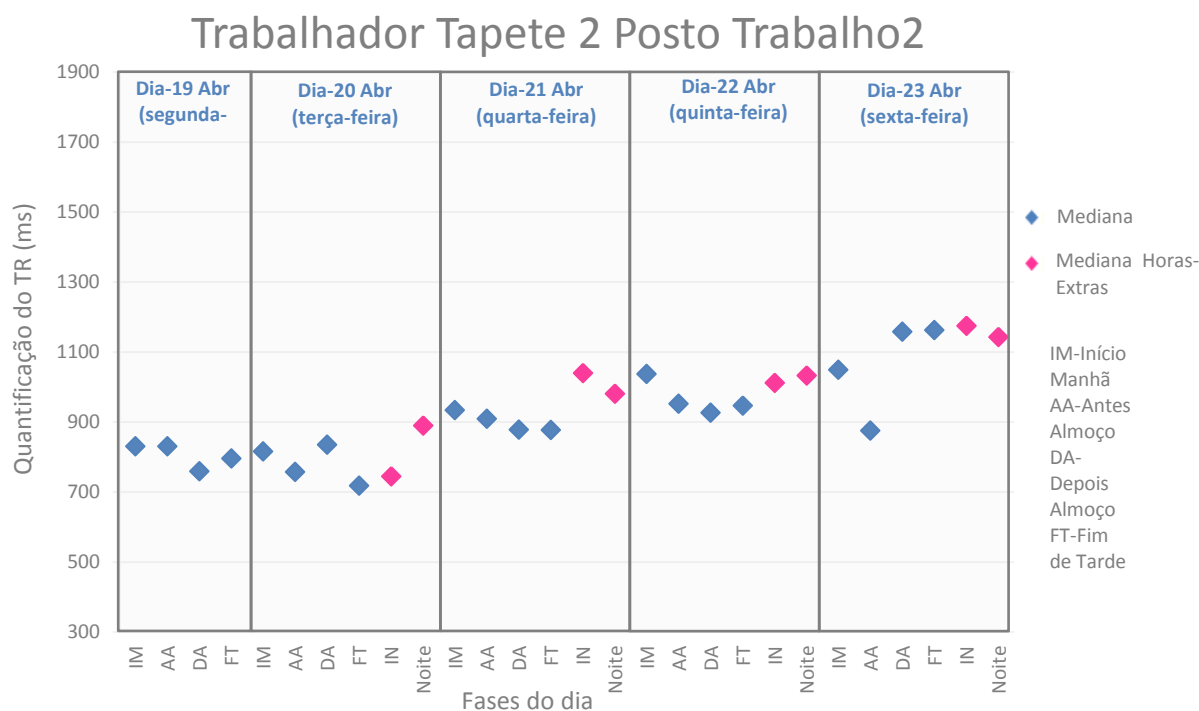


Figura 106 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 2 Posto Trabalho 2

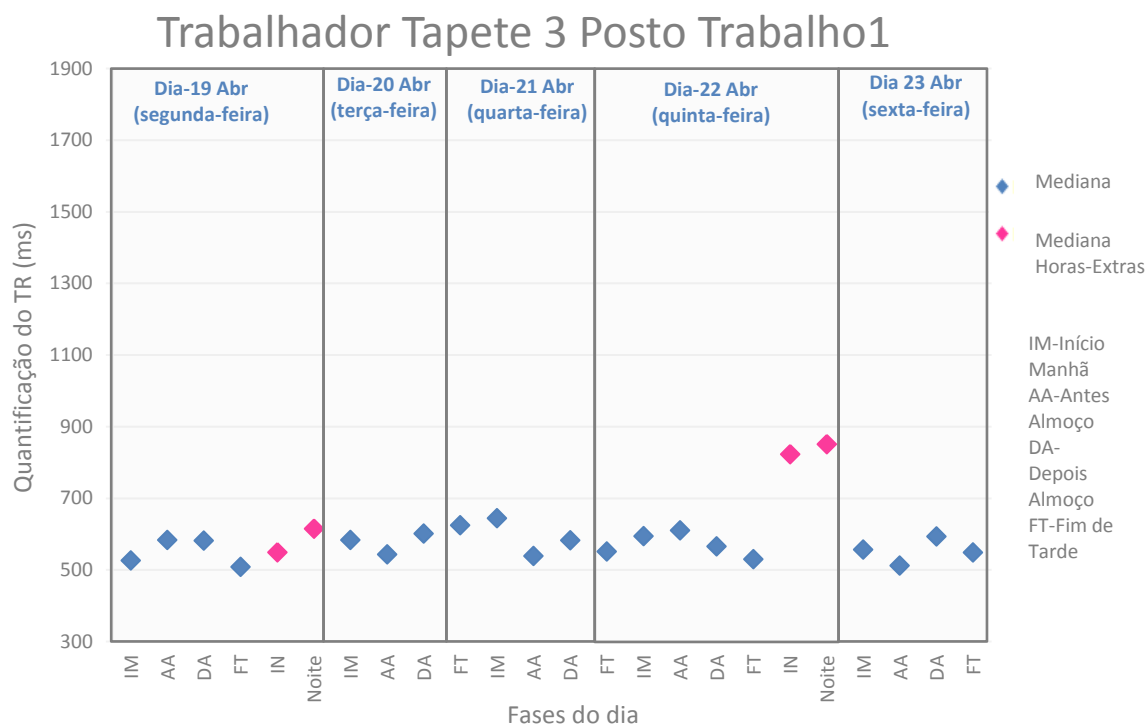


Figura 107 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 3 Posto Trabalho 1

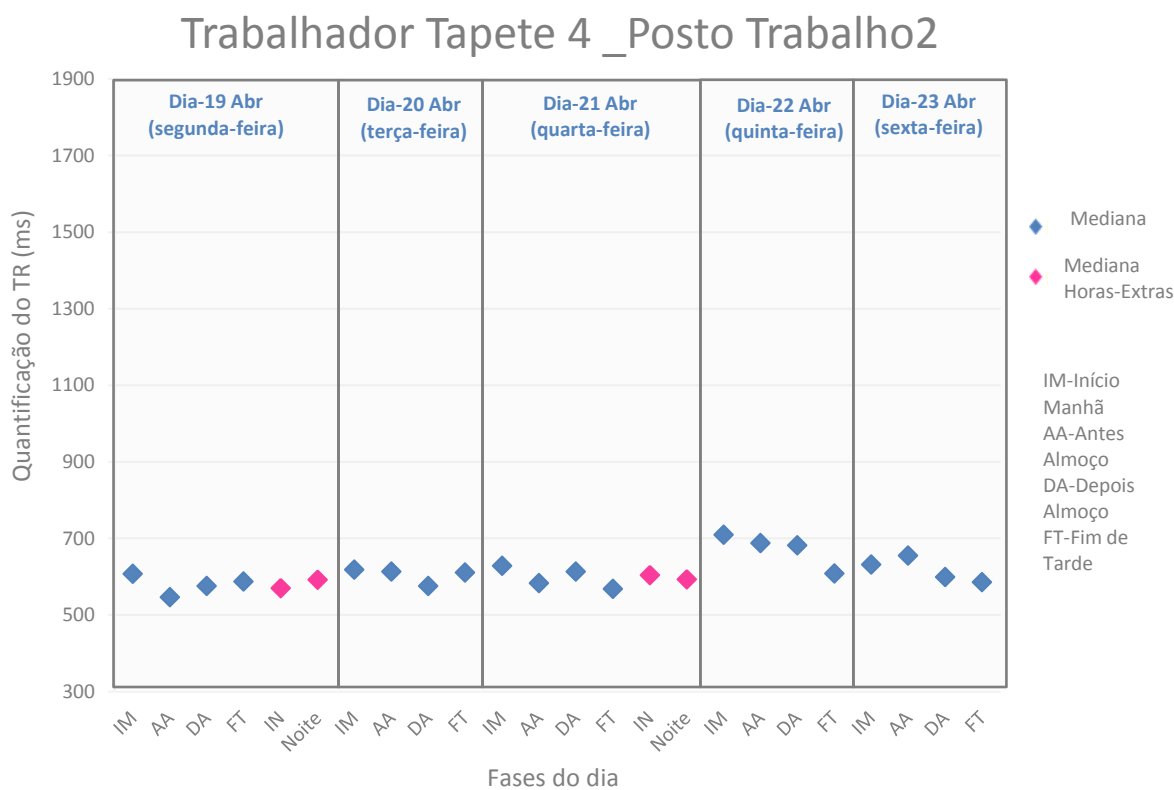


Figura 108 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 4 Posto Trabalho 2

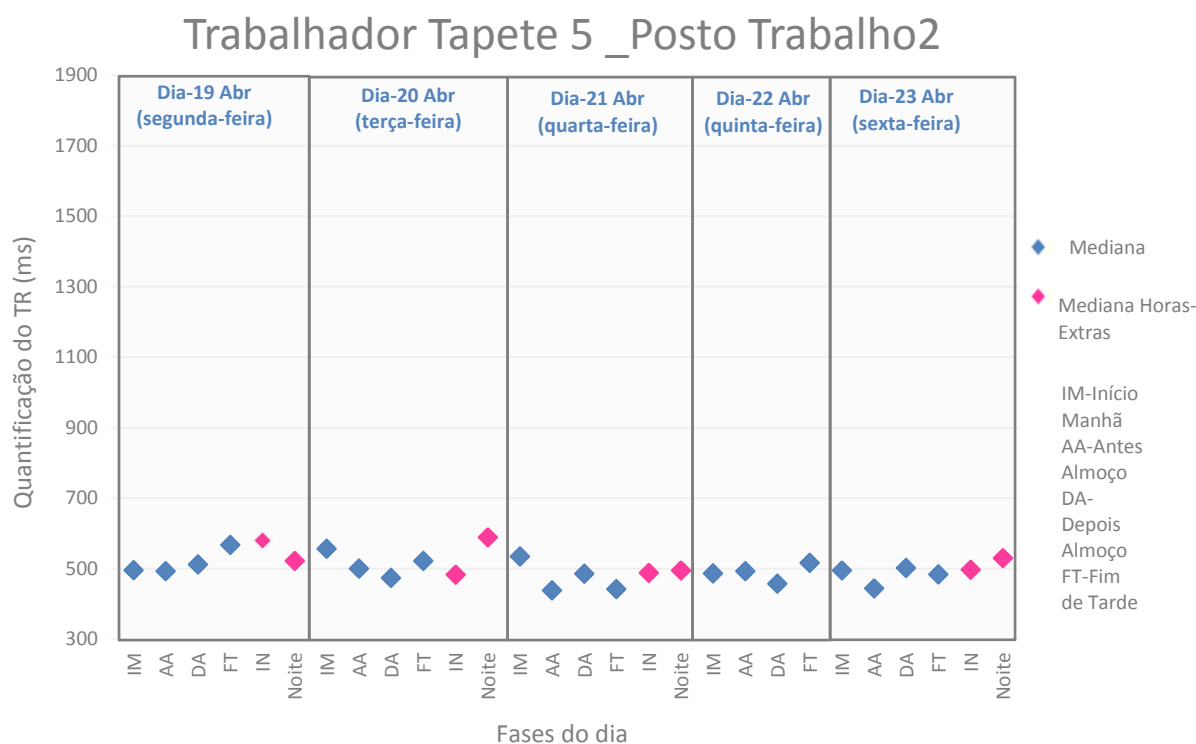


Figura 109 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 5 Posto Trabalho 2

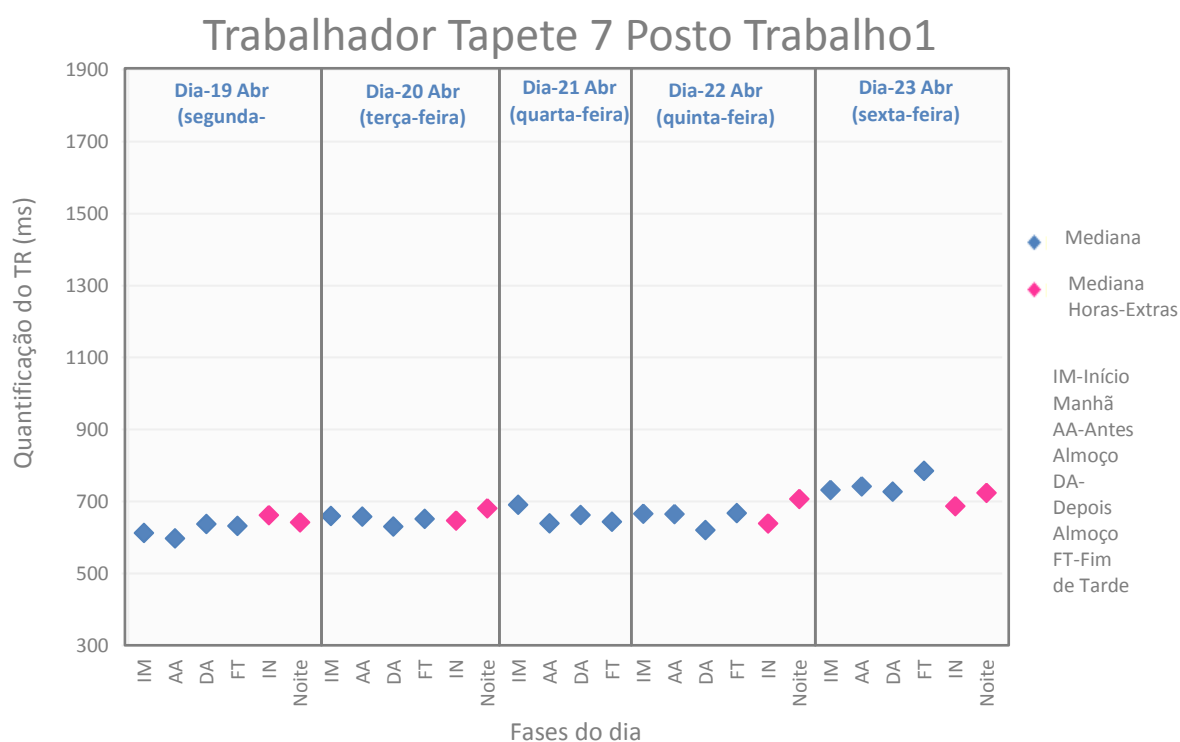


Figura 110 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 7 Posto Trabalho 1

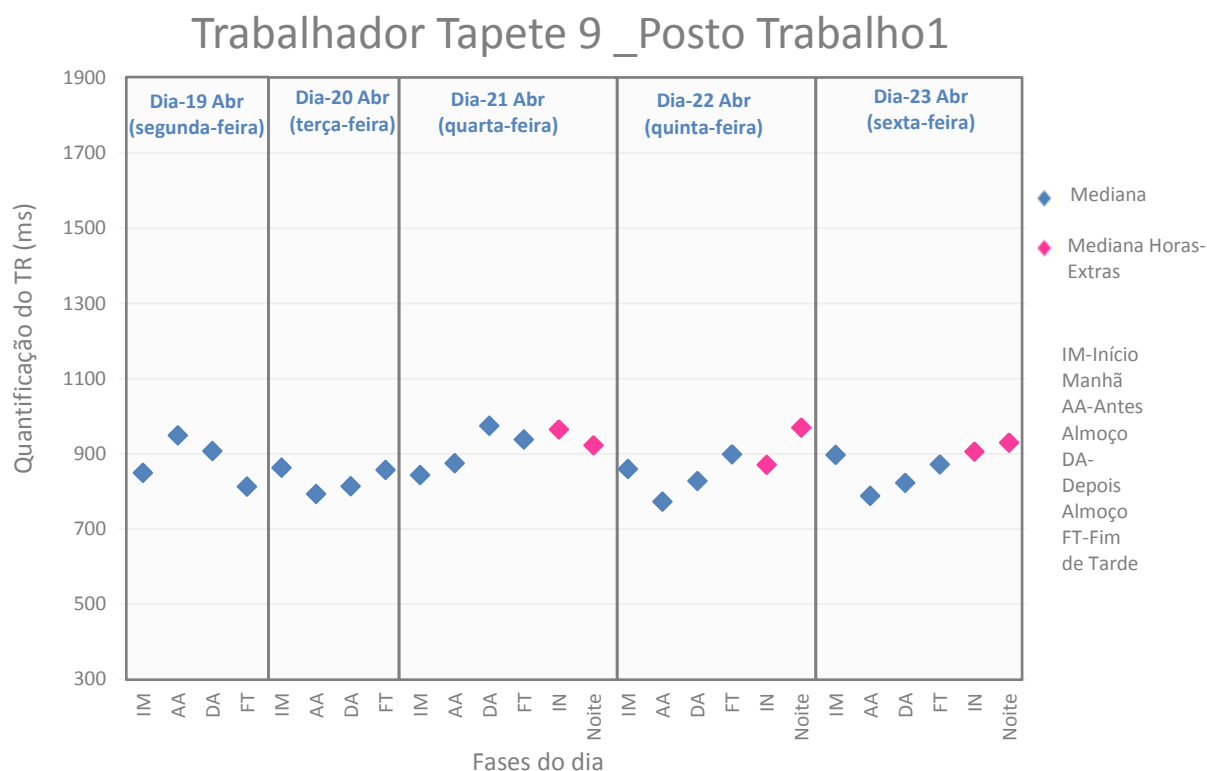


Figura 111 Dados TR horas extras: trabalhador Tapete 9 Posto Trabalho 1

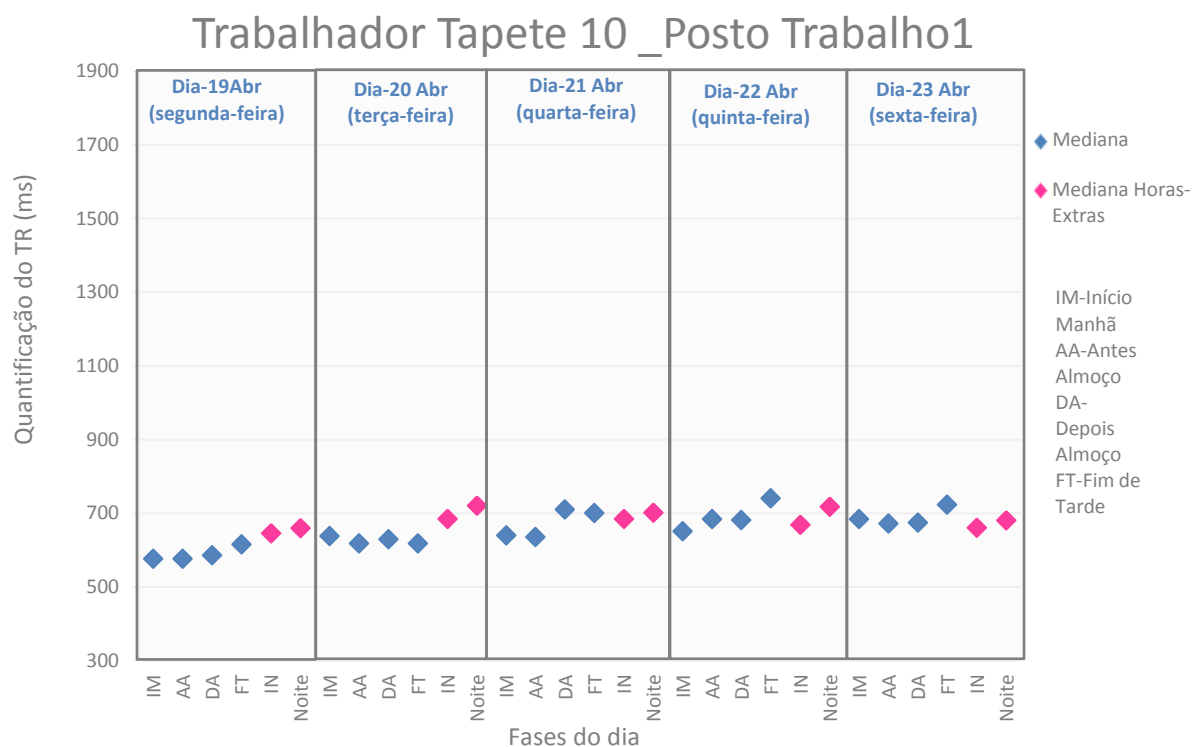


Figura 112 Dados TR horas extras: o trabalhador Tapete 10 Posto Trabalho 1

Tendo em mente que o nível de cansaço é elevado para os períodos IN e N, principalmente para quem já possui um historial diário de 8 horas de trabalho, é visível em alguns trabalhadores, o aumento do TR.

Curiosamente esse aumento é mais acentuado na fase N, a última fase do teste de TR após um dia de mais de 8 horas de trabalho, contudo não se constitui uma regra.

7 CONCLUSÕES

Tendo em mente todo o estudo desenvolvido conclui-se, para este caso, a inexistência de uma relação directa entre as variáveis ruído, ambiente térmico, iluminação (*variáveis extrínsecas*) e a oscilação dos valores do TR's medidos.

No que concerne às *variáveis intrínsecas*, supõe-se que estas contribuam para a construção de um TR padrão característico e intransmissível o qual constitui o "*bilhete de identidade*" do indivíduo, contudo não foi possível provar na prática a influência destas variáveis uma vez que a metodologia utilizada não permite escrutinar os dados em profundidade.

Verifica-se também para os trabalhadores envolvidos no regime horas extras que o nível de cansaço é elevado para os períodos IN e N reflectindo-se no aumento do TR, contudo não se constitui uma regra.

Fica, portanto, provado que o factor que assume um papel preponderante no comportamento do TR do indivíduo é indubitavelmente a motivação. De acordo com a Teoria da Expectativa defendida por Victor Vroom quando instigado à competição, o indivíduo esforça-se no sentido de alcançar um desempenho que o conduza às recompensas que perfere. De facto uma recompensa monetária como meio de motivação desplotou um decréscimo significativo do TR padrão da 1ª semana para a 2ª semana na maioria dos indivíduos submetidos ao teste, confirmando-se o cumprimento desta Teoria.

Não obstante, há indivíduos cujos valores do TR padrão permaneceram praticamente inalterados na transição da 1ª e 2ª semana de medição. Este facto vem reforçar mais uma vez a ideia da existência de um TR padrão intrínseco ao indivíduo.

No que diz respeito a acidentes de trabalho, segundo as estatísticas da Cork Supply *não há registo* de acidentes de entre o ano de 2007 a 2009 para a secção em estudo, contudo verifica-se um aumento significativo do nº de baixas, por outros motivos, entre o período mencionado (ANEXO D).

Os acidentes registados, nas outras secções, somam um total de doze acidentes, entre 2007 e 2009 sendo que um deles, em 2007, culminou numa morte, pouco significativo quando comparado com os acidentes mortais registados no sector da indústria transformadora, da qual a Cork Supply faz parte. Um estudo levado a cabo pela ACT para o ano de 2007, corrobora isso mesmo (ANEXO E). A indústria transformadora, no ano de 2007, registou um total de 31 acidentes sendo que apenas 6 correspondem à indústria da madeira e cortiça. Dentro desses 6 há que fazer a separação dos que pertencem à indústria da madeira e da cortiça respectivamente, isto para explicar que na globalidade o acidente mortal ocorrido na Corksupply, nesse ano, felizmente revelou-se um pobre contributo para as estatísticas. Relativamente aos anos seguintes, apenas há registo de acidentes de trabalho sem vítimas mortais mas que na sua totalidade não ultrapassaram os 5. Mais um motivo para inferir que não existe, para este caso de estudo, relação entre os acidentes de trabalho e a variação do TR.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

Os futuros estudos em torno da análise de TR deverão sofrer algumas alterações ao nível da metodologia, a saber:

- ❖ Estudar isoladamente cada variável intrínseca com vista a analisar a sua influência no comportamento do TR do indivíduo;
- ❖ Submeter os indivíduos a oscilações a nível do ruído, iluminação e ambiente térmico e comparar o comportamento do TR destes indivíduos com o TR de indivíduos não sujeitos à influência destas variáveis;
- ❖ Medir o TR tendo em mente não apenas o estímulo das funções motoras mas também das faculdades intelectuais (Testes de memória e inteligência).

9 BIBLIOGRAFIA

- Abelenda, Catarina Soares Sousa. 2006.** *Avaliação do Conforto de Protectores Individuais Auditivos*. Guimarães : Dissertação Departamento Engenharia Humana- Universidade do Minho, 2006.
- Arezes & Miguel. 2002.** *Exposição ocupacional ao Ruído em Portugal*. s.l. : Riscos Ocupacionais, 2002. Vol. Vol.2.
- Arezes et al. 2009.** *Ruído e protecção individual auditiva*. 2009. p. 11.
- Arezes. 2002.** *Precepção do Risco de Exposição Ocupacional do Ruído*. Guimarães : s.n., 2002.
- Barbosa et al. 2010.** Estudo da Iluminação na Biblioteca da Universidade do Minho. *Colóquio internacional de segurança e higiene ocupacionais: livro de actas*. 11 e 12 de February de 2010, p. 91.
- Bartolomeu, Manuel Mariano Figueiredo. 2003.** Iluminação nos locais de trabalho. [Online] Abril de 2003. http://www.google.pt/#hl=pt-PT&biw=1280&bih=699&q=isola+p%C3%B3s+gradua%C3%A7%C3%A3o+em+higiene+e+seguran%C3%A7a+no+trabalho+bartolomeu&aq=f&aql=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=b8dcf690e4ab196a.
- Breviglieri et al. 2006.** *Higiene ocupacional. Agentes Biológicos, Químicos e Físicos*. São Paulo : Editora Snac São Paulo, 2006.
- Cabirol et al. 1986.** *Conforto térmico e técnicas de aquecimento*. Mem Martins : Cetop, 1986. Vol. 1.
- Castelo Branco da Silva, Jacqueline. 2009.** *Estudo Integrado de variáveis ocupacionais na Indústria Extractiva*. Porto : Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do porto, 2009.
- Cordeiro et al. 2005.** Scielo Publical Health. [Online] 2 de Fevereiro de 2005. <http://www.scielo.org/pdf/rsp/v39n3/24801.pdf>.
- Correa da Costa, Gilberto José. 2006.** *Iluminação Económica: Cálculo e Avaliação*. Porto Alegre : EDIPUCRS, 2006.
- CTCOR, (Centro Tecnológico da Cortiça). 2001.** *Indústria da Cortiça: Manual de Prevenção*. Lisboa : IDICT (Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho), 2001.
- Dias et al. 2006.** Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. *Cad. Saúde Pública*. Janeiro de 2006, p. 63 ; 64.
- DREC. 2010.** Direcção regional do centro. [Online] 2010. <http://www.prof2000.pt/users/eta/iluminacao.htm>.
- . 2010.** DREC, Direcção Regional de Educação do Centro. <http://www.prof2000.pt>. [Online] 2010. <http://www.prof2000.pt/users/mrsd/8ano/Audicao.htm>).
- Fernandes, João Candido. 2010.** <http://www.feb.unesp.br>. [Online] 2010. <http://www.feb.unesp.br/jcandido/acustica/Apostila/Capitulo%2002.pdf>.
- Ferreira, Rui. 2008.** CITMA (Centro de Ciência e Tecnologia da Madeira). <http://www.citma.pt/>. [Online] Maio de 2008. <http://www.citma.pt/Uploads/Rui%20Jos%C3%A9%20Ferreira.pdf>.
- Fiorini, Thiago Morais Sirio. 2006.** Engenharia Elétrica. www2.ele.ufes.br. [Online] Novembro de 2006. http://www2.ele.ufes.br/~projgrad/documentos/PG2006_1/thiagomoraissiriofiorini.pdf.
- Frota & Schiffer. 2006.** *Manual de Conforto Térmico*. 7º Edição. São Paulo, Brasil : Studio Nobel, 2006.
- Gomes, Rui José. 1962.** *Condicionamentos climáticos da envolvente dos edifícios para habitação : ensaio de aplicação ao caso da Região de Lisboa*. Lisboa : LNEC, 1962. Vol. 3.

Guedes, Joana Cristina Cardoso. 2010. *Avaliação da Qualidade do Ambiente Interior nos Gabinetes da FEUP. Cartografia e Análise de Riscos.* Porto : s.n., 2010.

Henrique, Paulo. 2010. <http://www.paulo-henrique.com>. [Online] 2010. http://www.paulo-henrique.com/site2/index.php?option=com_content&view=article&id=429&Itemid=141.

Ioshimoto et al. 2008. PCC-2261 - FÍSICA DAS CONSTRUÇÕES. <http://pcc261.pcc.usp.br/>. [Online] 28 de Fevereiro de 2008. <http://pcc261.pcc.usp.br/Ilumina%C3%A7%C3%A3o%2003-03%20internet.pdf>.

ISEL. 2008. *Laboratórios Integrados 3C: Módulo Poluição-Ruído.* Lisboa : Laboratórios Integrados 3C: Módulo Poluição-Ruído, 2008.

ISEL, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2008. *Laboratórios Integrados 3C: Módulo Poluição-Ruído.* Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa : Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2008.

Labcon. 2011. Laboratório de Conforto térmico. [Online] 2011. www.ufrgs.br/labcon/equipamentos/procel/babuc.pdf.

Lavos et al. 2010. Avaliação das Condições de Iluminação do Bloco Operatório Central dos Hospitais da Universidade de Coimbra. *Colóquio internacional de segurança e higiene ocupacionais.* 11 e 12 de Fevereiro de 2010, p. 291.

Lima et al. 2004. *Estudo da correlação entre a velocidade de reacção motora e o lactato sanguíneo, em diferentes tempos de luta no judô.* São José de Campos : Revista Brasileira de medicina do esporte - <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n5/v10n5a01.pdf> (Março 2010), 2004.

Lopes da Silva, Luís. 2004. *Conceitos Básicos De Iluminação.* Lisboa : Edições Universitárias Lusófonas, 2004.

Macedo, Ricardo. 2004. *Higiene e segurança no trabalho.* 2ª Ed. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

Mamoré et al. 2010. <http://www3.iesam-pa.edu.br/moodle/>. [Online] 2010. <http://www3.iesam-pa.edu.br/ojs/index.php/computacao/article/viewFile/254/245>.

Medeiros, Luana Bernardines. 1999. <http://www.segurancaetrabalho.com.br>. [Online] 1999. <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/ruído-luana-medeiros.pdf>.

Miguel. 2007. *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho.* Porto : Porto Editora, 2007.

MRA. 2011. MRA, Instrumentação. [Online] 2011. <http://www.mra.pt/industria/servicos/aluguer/aluguer-de-sonometros/fotos/>.

Nelsson et al. 2005. World Health Organization (WHO). [Online] 2005. https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/global/6noise.pdf.

NIOSH. 2009. (NIOSH), National Institute for occupational safety and health. [Online] Dezembro de 2009. <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/2010-111.pdf>.

—. **2009.** <http://www.cdc.gov/>. [Online] Dezembro de 2009. <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/2010-111.pdf>.

—. **2001.** National Institute for Occupational Safety and health. [Online] 2001. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2001-103/>.

—. **2010.** National Institute for occupational safety and health (NIOSH). [Online] Março de 2010. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-136/pdfs/2010-136.pdf>.

Nunes & Costa. 2009. Envelhecimento e Capacidade para o Trabalho. Aplicação do Work Ability Index a Trabalhadores Portugueses. *Riscos Industriais e Emergentes.* 2009, p. 1151a 1166.

OIT. 2003. Problemas ligados ao álcool e a drogas no local de trabalho: uma evolução para a prevenção. <http://www.ilo.org>. [Online] 2003. http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/pub_problemas.pdf.

- **2010.** Riscos Emergentes e novas formas de prevenção num mundo de trabalho em mudança. <http://www.dnpst.eu>. [Online] 2010. [Citação:]
<http://www.dnpst.eu/uploads/relatorios/relatoriooit2010.pdf>.
- **2010.** Riscos Emergentes e novas formas de prevenção num mundo de trabalho em mudança. <http://www.dnpst.eu>. [Online] 2010. [Citação:]
<http://www.dnpst.eu/uploads/relatorios/relatoriooit2010.pdf>.
- OSHA. 2005.** Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (OSHA). <http://osha.europa.eu/pt/>. [Online] 2005. <http://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets/57>.
- **2009.** Agência Europeia para a segurança e Saúde no Trabalho (OSHA). [Online] 2009. http://osha.europa.eu/pt/publications/outlook/pt_te8108475enc.pdf.
- **2000.** Situação da Segurança e Saúde no Trabalho na União Europeia: Estudo Piloto. [Online] 2000. <http://osha.europa.eu/pt/publications/reports/402>.
- OSRAM. 2007.** " Light produces sucess". <http://www.osram.com>. [Online] Setembro de 2007. http://www.osram.com/_global/pdf/Professional/General_Lighting/Applications/199W007GB_Trade_and_Industry.pdf.
- **2010.** OSRAM Brasil- Manual (parte 1) : "Iluminação: Conceitos e Projectos" . http://br.osram.info/download_center/index.html. [Online] 2010. http://br.osram.info/download/manual/manual_lumi01.pdf.
- Paixão et al. 2009.** Obesidade como factor de risco para acidentes no trabalho. [Online] 2009. http://www.google.pt/#hl=pt-PT&q=Obesidade+como+factor+de+risco+para+acidentes+no+trabalho&oq=Obesidade+como+f+actor+de+risco+para+acidentes+no+trabalho&aq=f&aql=&gs_sm=.
- Pedrosa, Israel. 2009.** *Da cor à cor inexistente*. Rio de Janeiro : Senac Nacional, 2009.
- Philips. 2001.** ARQUITETURA.COM. <http://bea.arquitetura.com/www4/>. [Online] Maio de 2001. <http://www.arquitetura.com/11/download/aplicindustrial.pdf>.
- **2005.** DREC. <http://www.prof2000.pt/users/lpa/>. [Online] Abril de 2005. http://www.prof2000.pt/users/lpa/Guia_Iluminacao_2005_Philips.pdf.
- Pinto et al. 2006.** *Fundamentos de Gestão*. s.l. : Editorial Presença, 2006.
- Ribeiro et al. 2005.** *Tempos de reacção e inteligência: A robustez dos dados face à fragilidade da sua interpretação*. 2005.
- Rodrigues et al. 2010.** Avaliação e percepção do conforto térmico em bibliotecas do ensino superior. *Colóquio internacional de segurança e higiene ocupacionais*. 11 e 12 de Fevereiro de 2010, p. 458.
- Santos & Bivar. 1998.** Condições de iluminação na patologia ocular. 1998.
- Santos. 2007.** A Iluminação nos Edifícios: Uma abordagem no contexto da sustentabilidade e eficiência energética. *Laboratório Nacional de Engenharia civil: Comunicação*. Maio de 2007.
- Scaramucci, José Everton. 2009.** [Online] 2009. <http://api.ning.com/files/lghgV5PvUy7eqdDGrMuF6OUifDKl9rYPOLoF0hdQDkyPoyg5bj-Blj3Pk8xkt4JmFEq2m3LVldVeN0kFvQyVoSq3hMeTdGNT/Ergonomianaindstriatxtil.pdf>.
- Serway & Jewett. 2004.** *Princípios de Física : Movimento Ondulatório e Termodinâmica*. São Paulo : Thomson, 2004.
- Silva et al. 2006.** *Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reacção muscular dos fibulares em individuos sadios*. Porto Alegre : Revista Brasileira medicina do esporte - <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v12n2/v12n2a06.pdf> (Março 2010), 2006.
- Teixeira, Armindo. 2009.** *Apontamentos das aulas de seminários de higiene ocupacional: "Iluminação-Bases Gerais"*. Porto : FEUP, 2009.
- Torres & Gama. 2005.** *Engenharia Ambiental e Subterrânea*. Rio de Janeiro : Villas-Bôas, Roberto C., 2005. pp. 192-194.

Vaghetti et al. 2007. Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. *Revista Brasileira Medicina no Esporte* _ Vol. 13, Nº 2. Mar /Abr de 2007, p. 8.

Vidal de Souza et al. 2002. *Cenários típicos de lesões decorrentes de acidentes de trabalho na indústria madeireira.* s.l. : http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0034-89102002000700007&script=sci_arttext (Julho 2010), 2002.

WHO. Julho 2010. *Global Data Base on Body Mass Index.* s.l. : <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>, Julho 2010.

—. **2010.** World Health Organization. <http://www.who.int/en/>. [Online] Julho de 2010. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise/facts-and-figures/health-effects-of-noise>.

Zumtobel. 2004. Zumtobel. <http://www.zumtobel.co.uk/gb/en/default.htm>. [Online] Junho de 2004. http://www.zumtobel.co.uk/download/ilr_cp_TheLightingHandbook.pdf.

ANEXO A

 		<h1>Folha de Registo</h1>	
Posto de trabalho:			
Dados Pessoais			
Nome:			
Idade:			
Sexo:			
Medidas Antropométricas			
Peso (kg):			
Altura (m):			
IMC:			
Notas Adicionais			
	Sim	Não	Observações
Toma Medicamentos?			
Toma Café?			
Pratica desporto?			
Padece de doenças?			
Usa óculos?			
Fuma?			
1ª Semana			
Data:			
Horas de sono:			
Bebida ao Almoço:			
2ª Semana			
Data:			
Horas de sono:			
Bebida ao Almoço:			
Horas Extras			
Bebida ao Jantar:			

Figura 113 Folha de Registo individual

ANEXO B

Tabela 22 Classificação do IMC segundo a WHO

WHO		
Classificação	IMC(kg/m)	
	Limites principais	Limites adicionais
Abaixo do Peso	<18.50	<18.50
Severe thinness	<16.00	<16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
Peso Normal	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99
Acima do Peso	≥25.00	≥25.00
Pré-obeso	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
Obeso	≥30.00	≥30.00
Obeso Classe I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obeso Classe II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obeso Classe III	≥40.00	≥40.00

ANEXO C

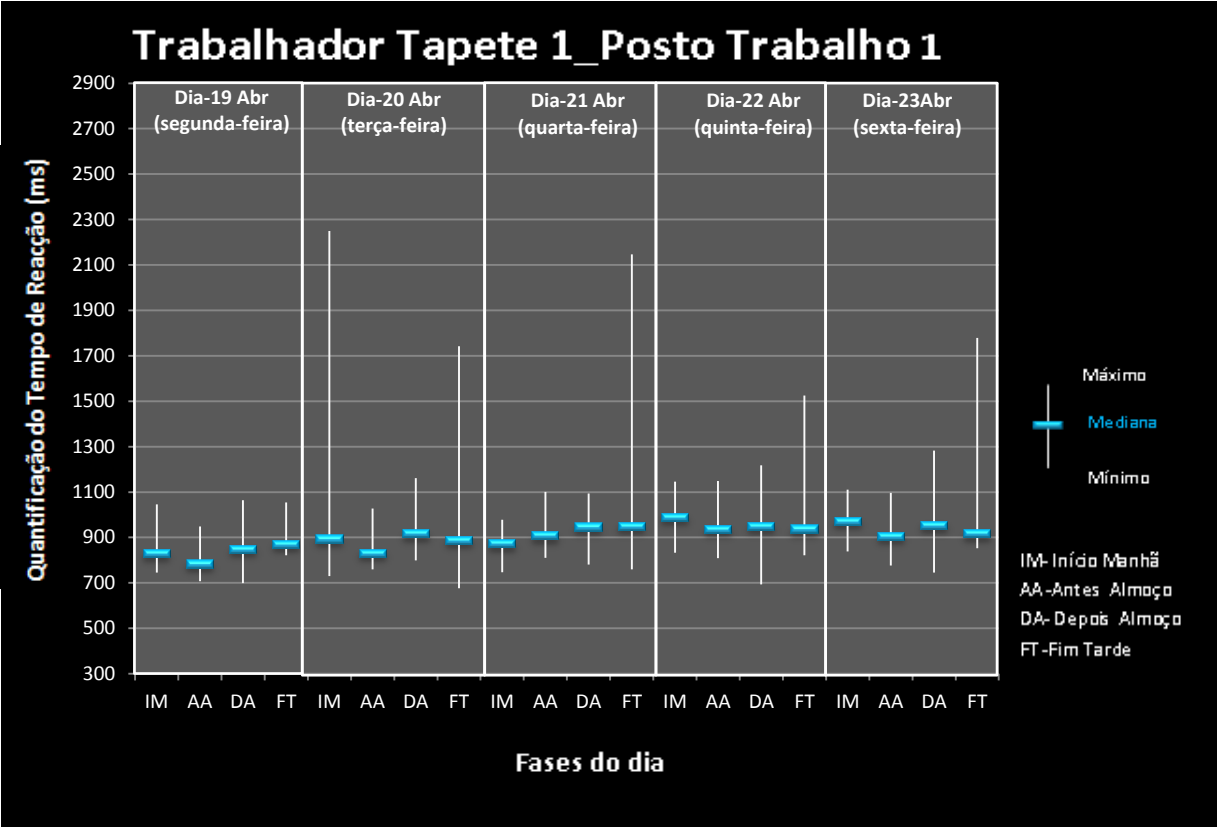


Figura 114 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete1 Posto Trabalho1

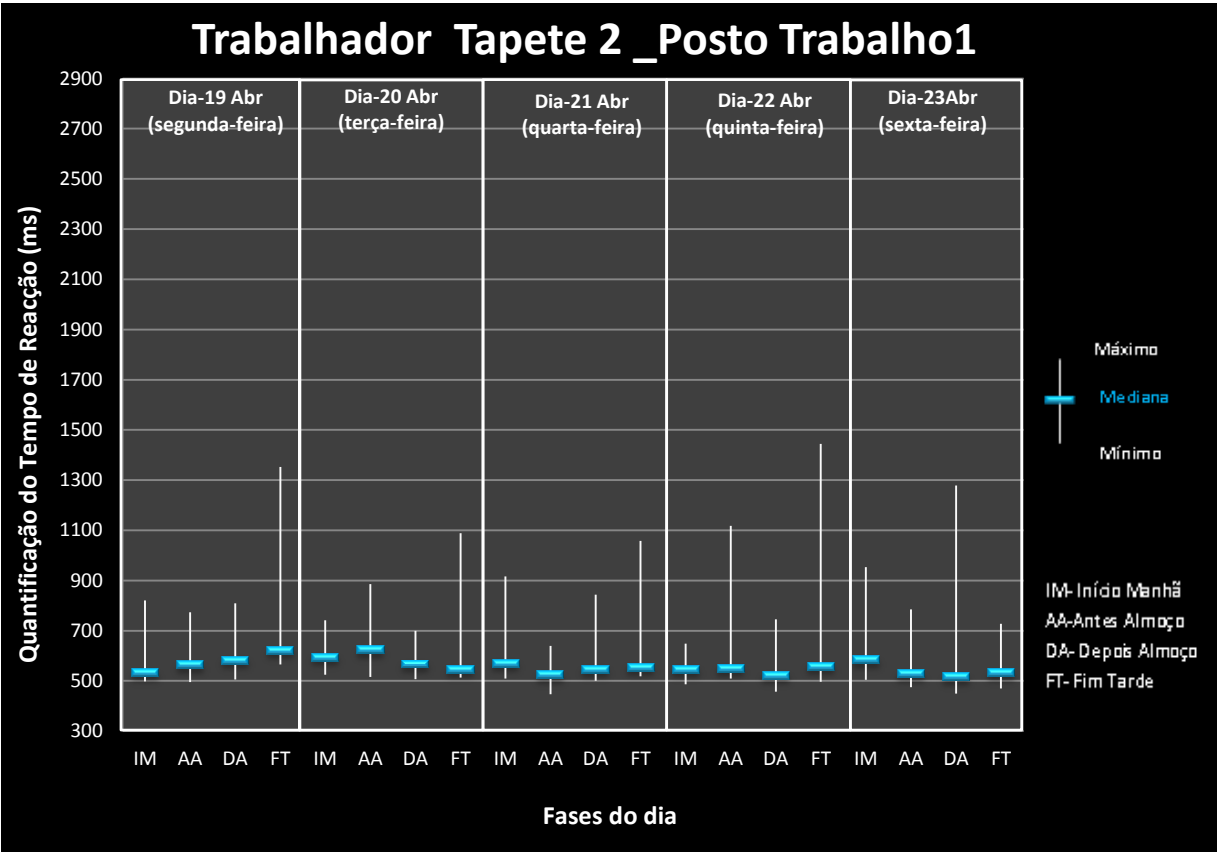


Figura 115 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete2 Posto Trabalho1

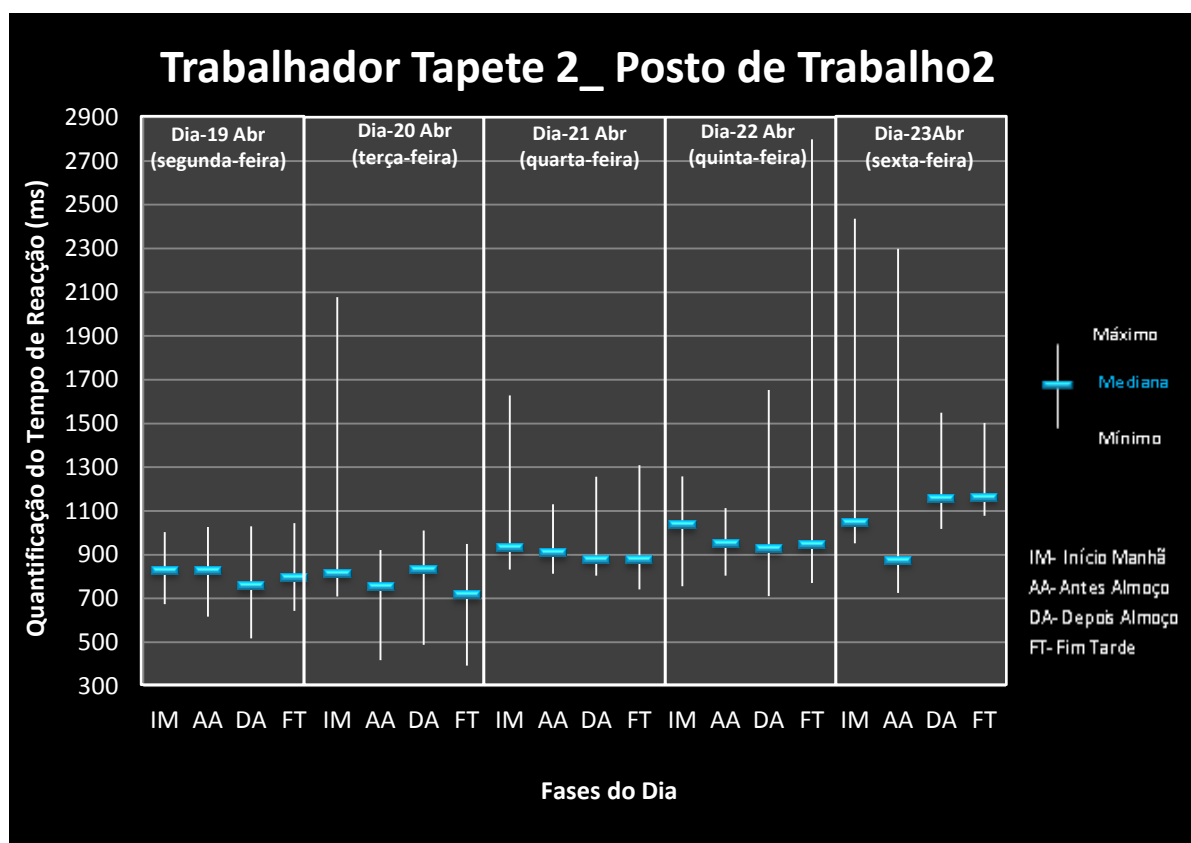


Figura 116 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete2 Posto Trabalho2

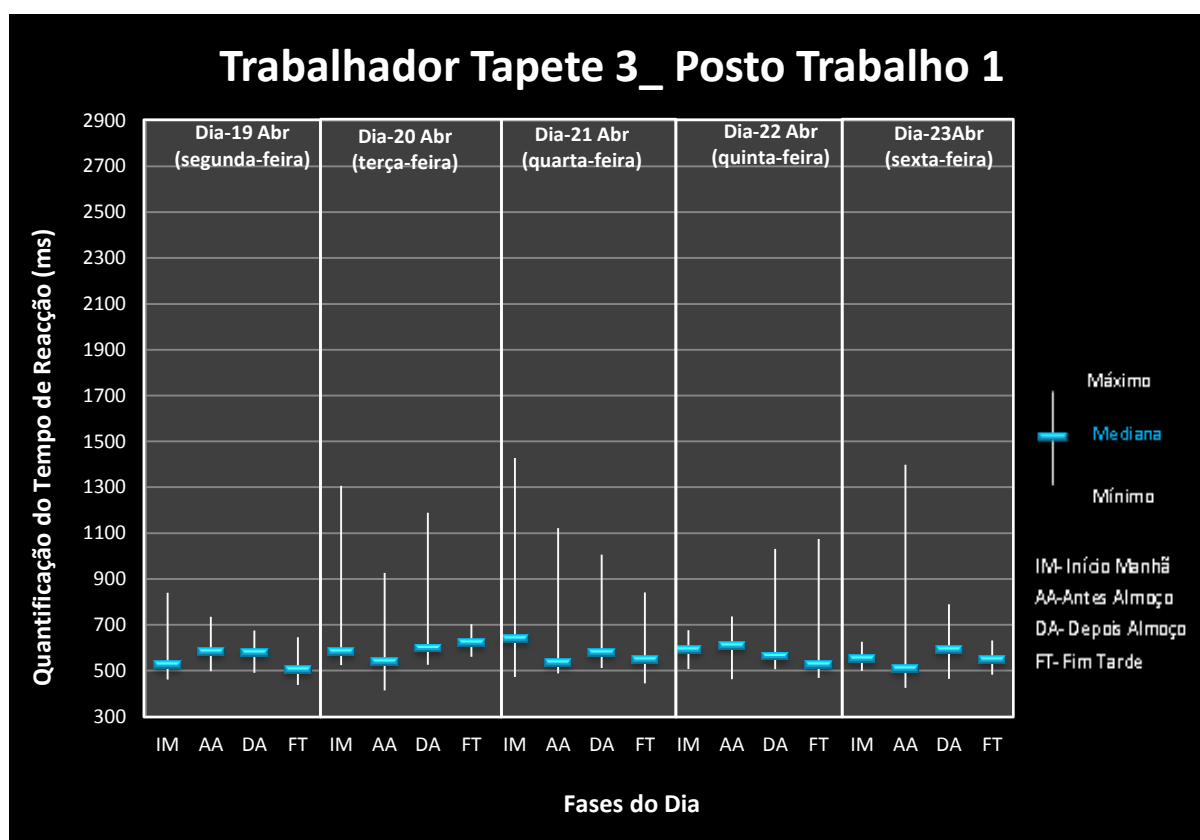


Figura 117 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete3 Posto Trabalho1

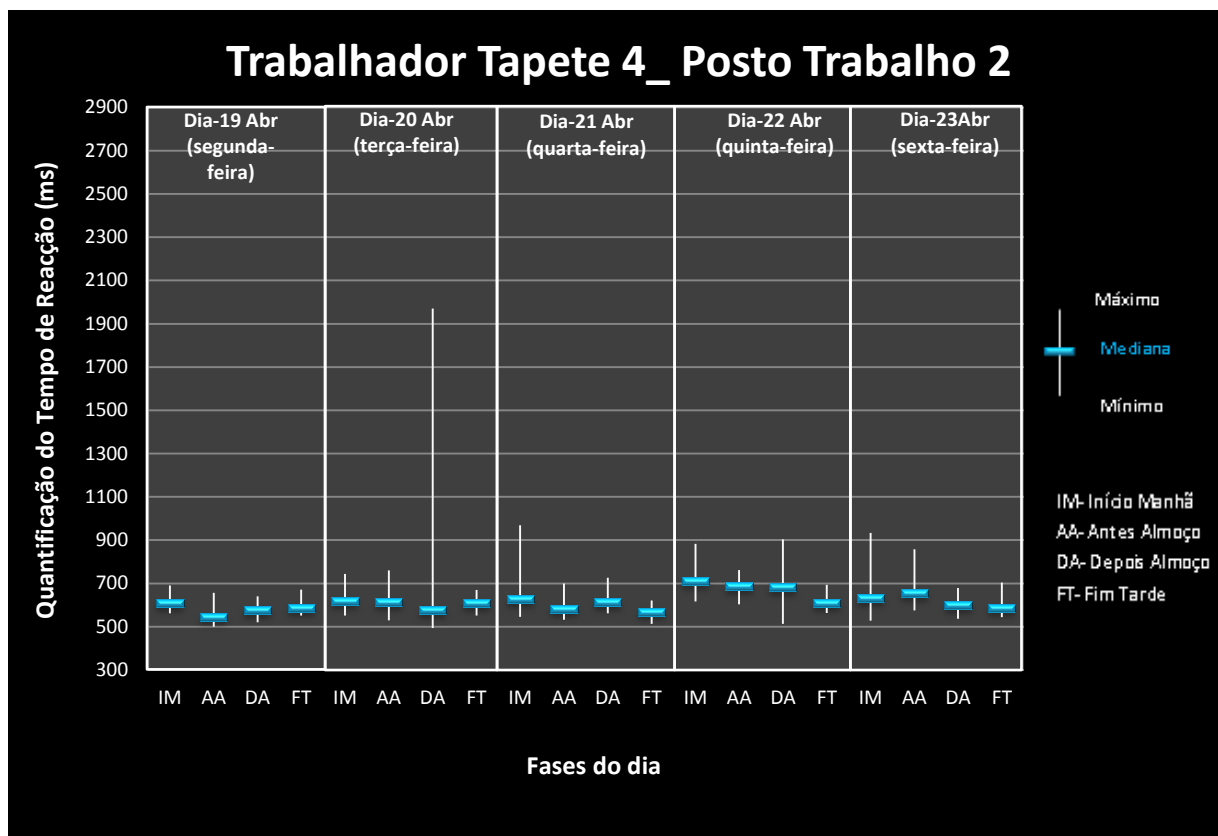


Figura 118 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete4 Posto Trabalho2

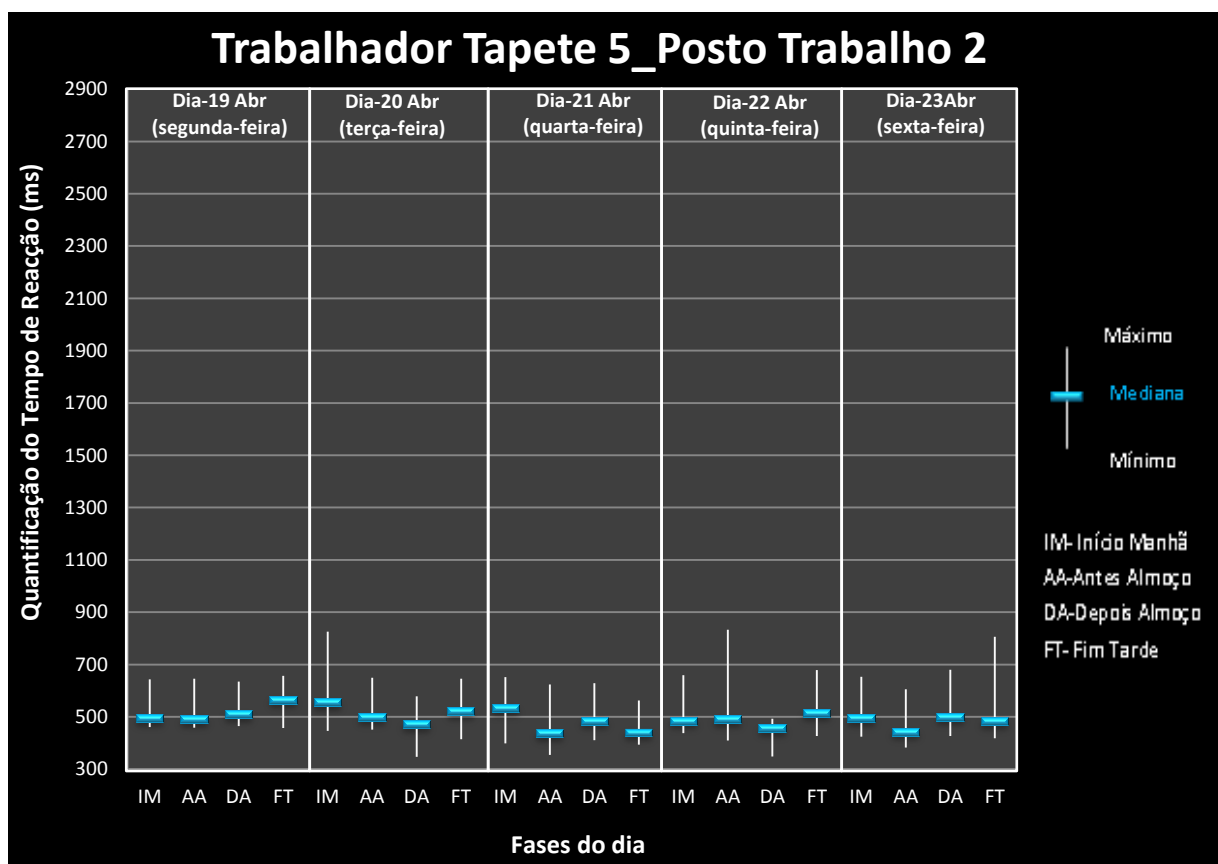


Figura 119 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete5 Posto Trabalho2

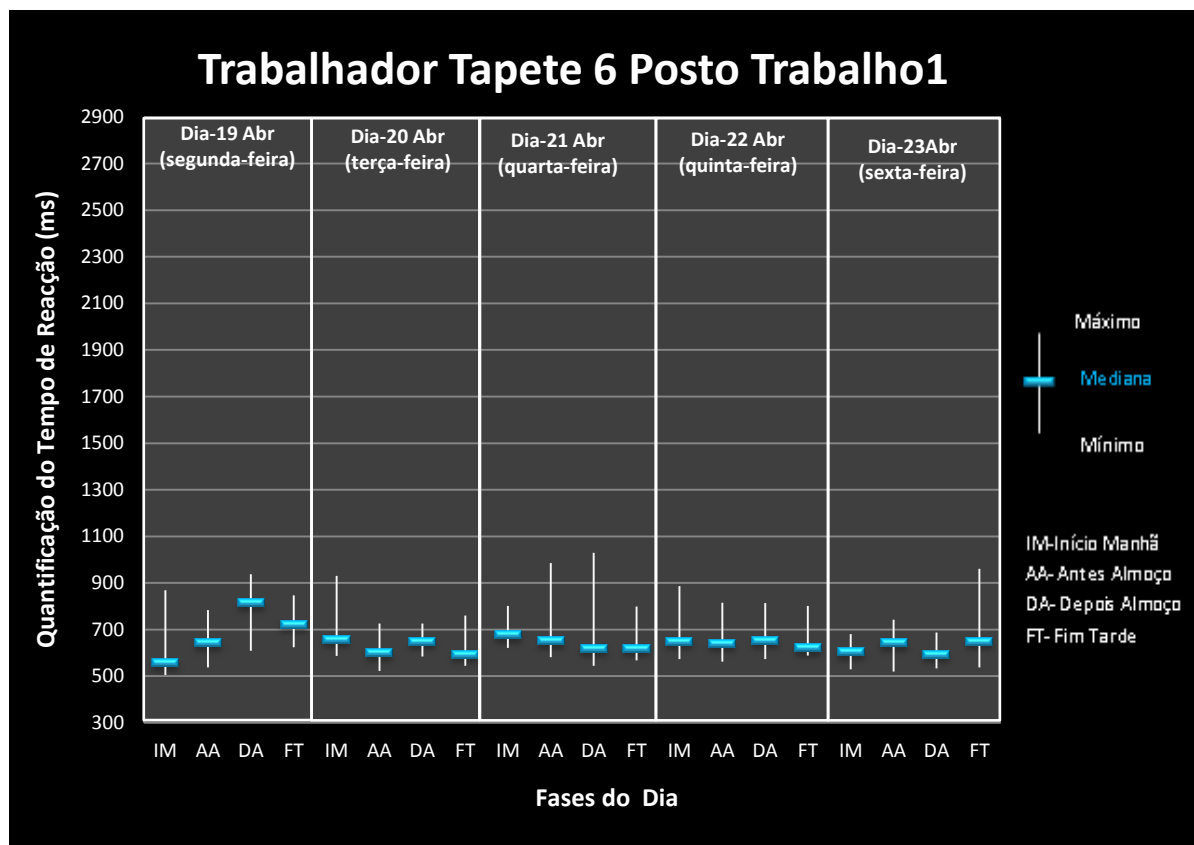


Figura 120 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete6 Posto Trabalho1

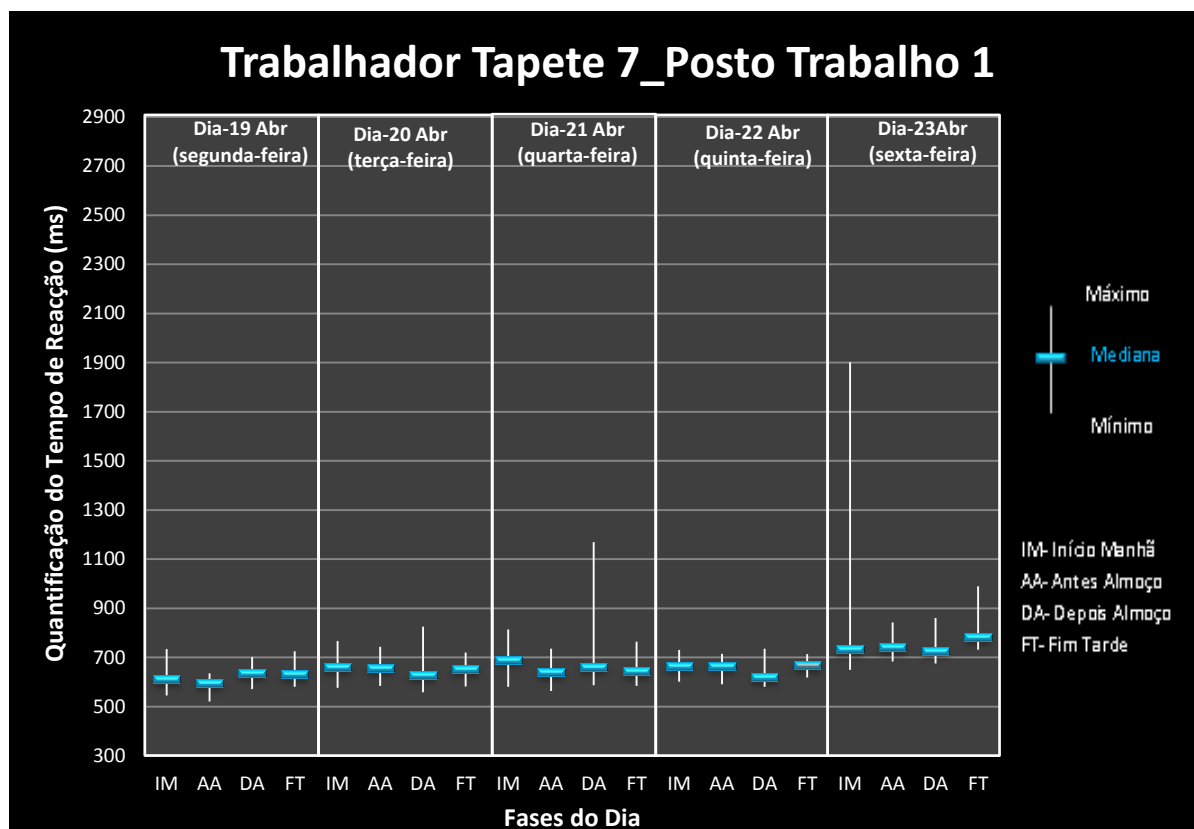


Figura 121 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete7 Posto Trabalho1

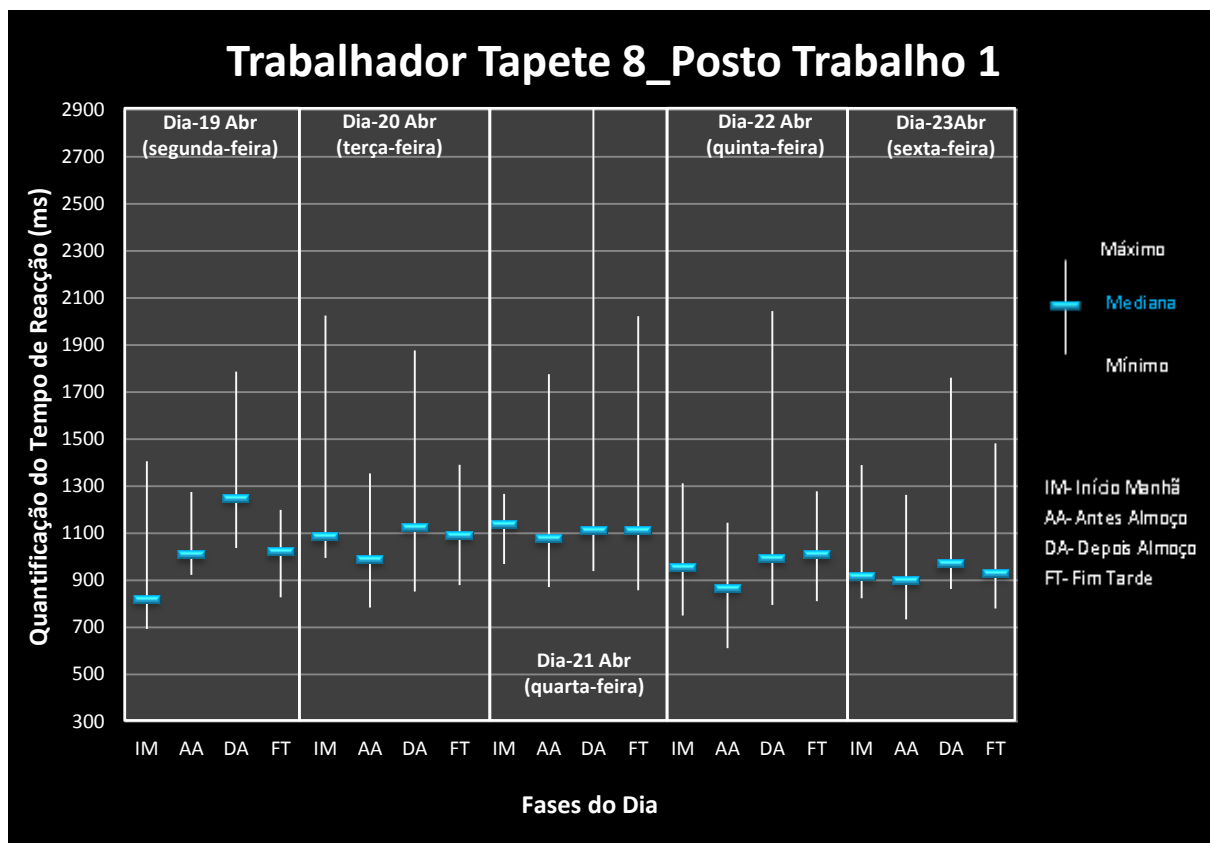


Figura 122 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete8 Posto Trabalho1

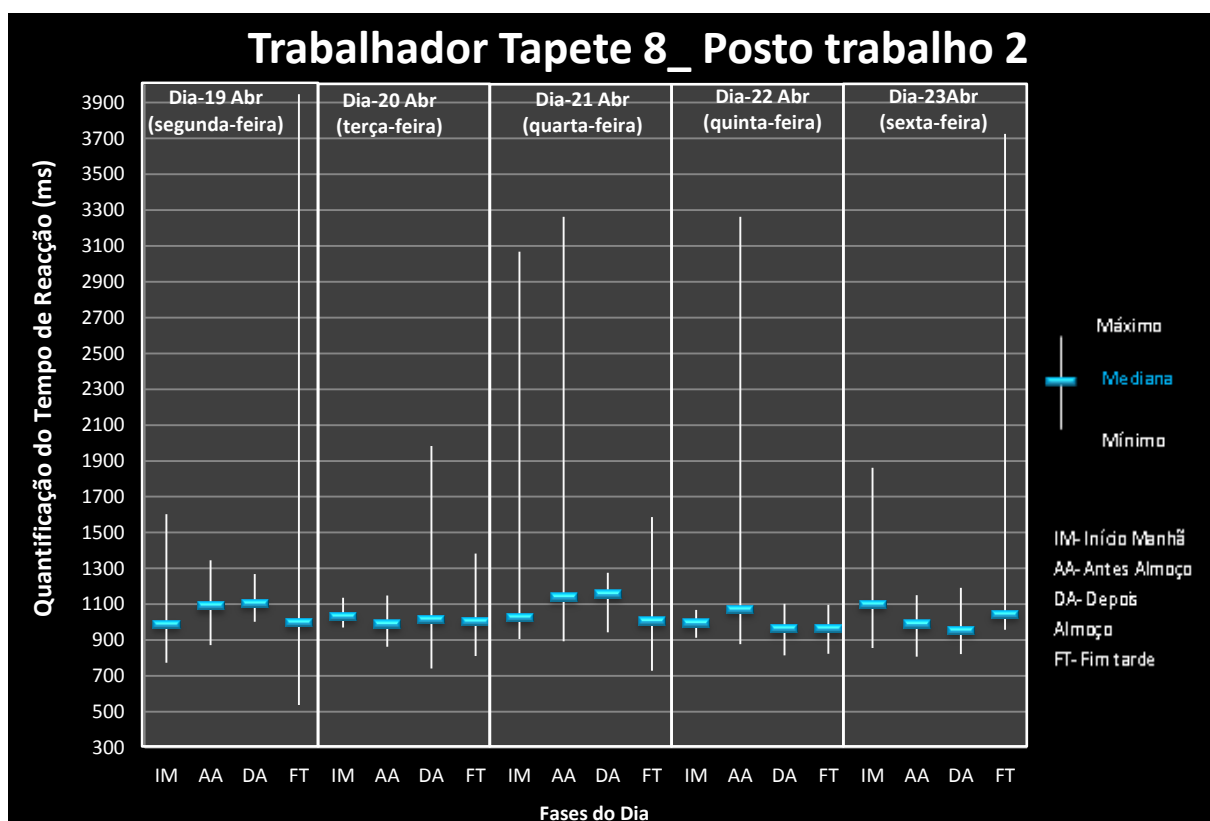


Figura 123 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete8 Posto Trabalho2

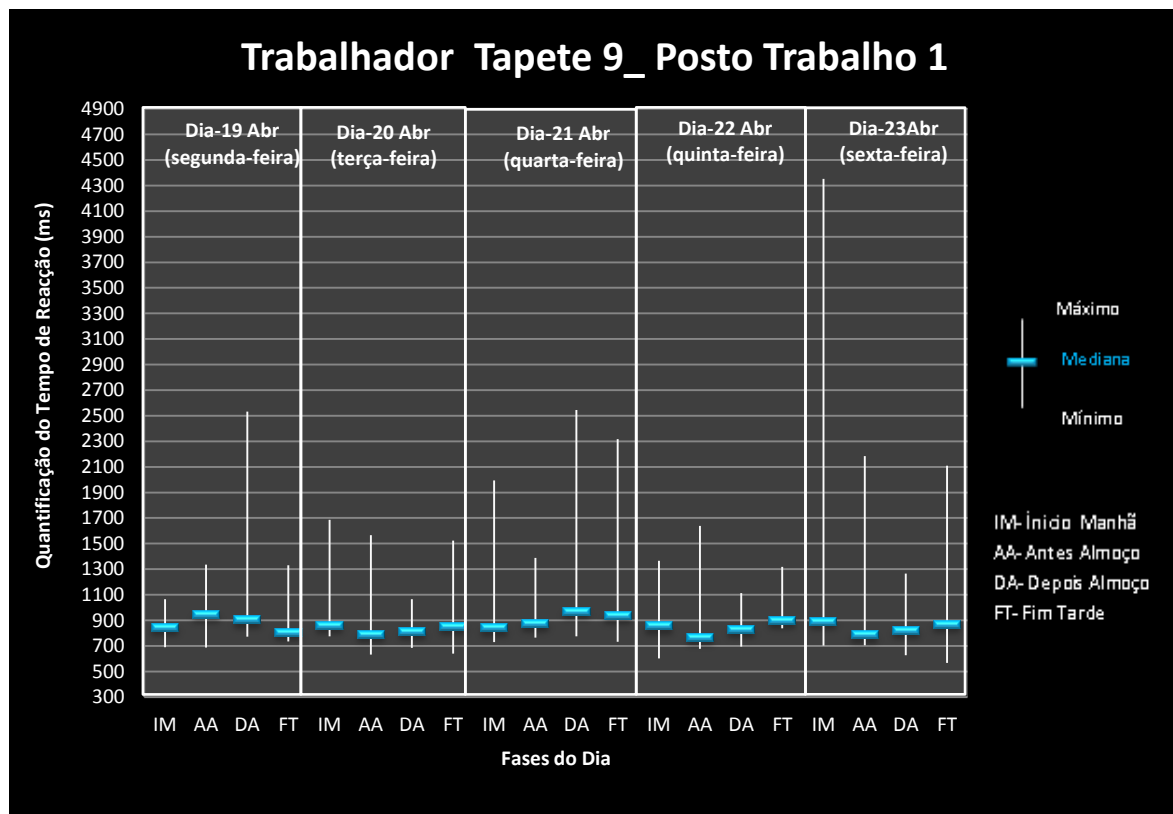


Figura 124 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete9 Posto Trabalho1

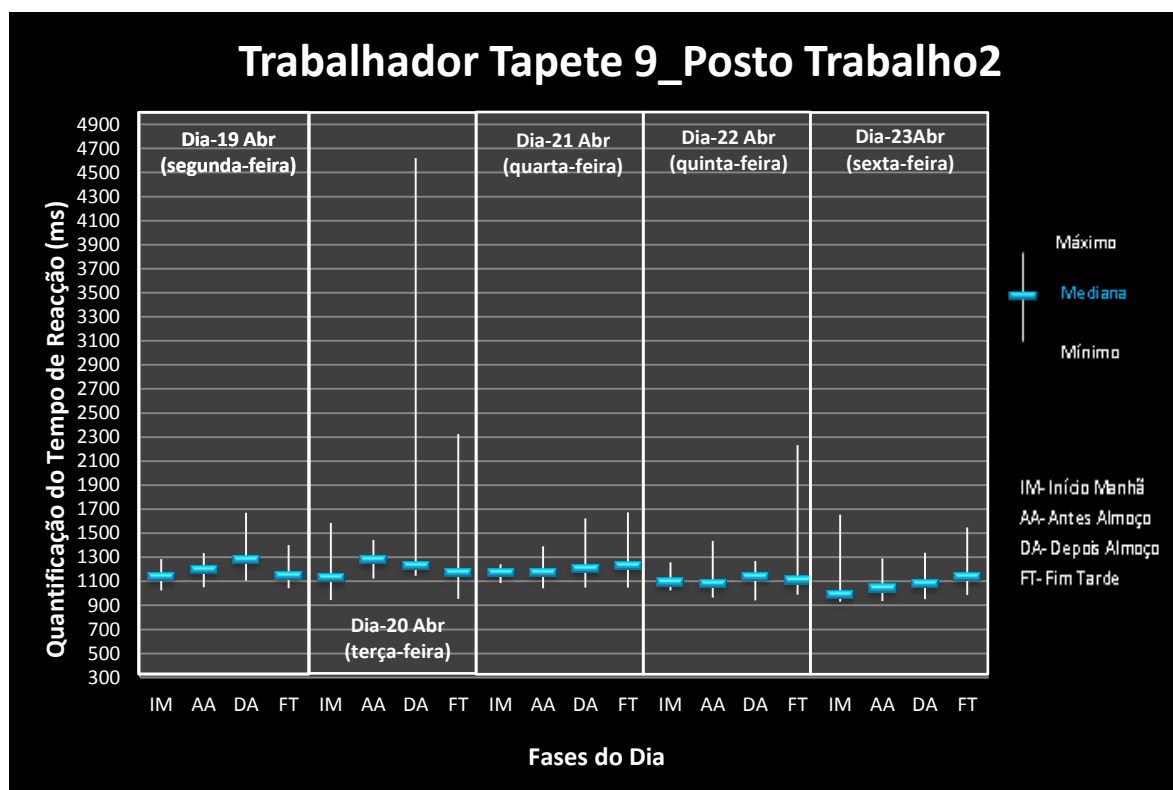


Figura 125 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete9 Posto Trabalho2

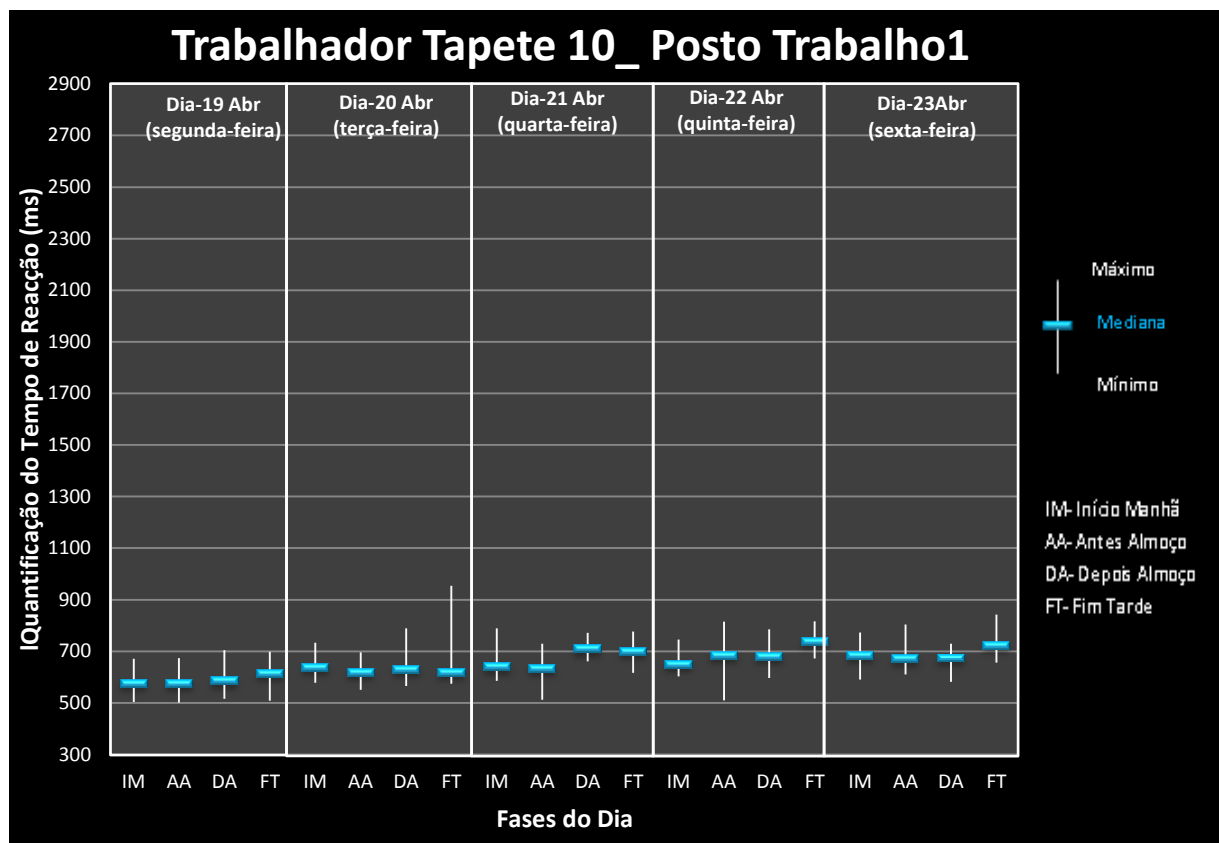


Figura 126 Mediana, Máximo e Mínimo: trabalhador Tapete10 Posto Trabalho1

ANEXO D

Tabela 23 Absentismo no período entre 2007 a 2010

Motivos	EM			
	2007	2008	2009	2010
Baixa	850,7	2.165,3	3.795,7	4.761,1
Baixa (gravidez)	321,8	1.237,3	445,3	1.824,4
Maternidade/paternidade	1.845,3	1.389,3	48,0	1.370,2
Licença casamento			88,0	
Luto	16,0		48,0	24,0
Faltas injustificadas	121,5	126,5	101,5	161,5
Faltas justificadas (outros motivos)	544,0	561,0	238,5	325,5
Total	3.699,3	5.479,5	4.765,1	8.466,8

ANEXO E

Sector de actividade		Totais
011/015	Agric. / Pec. / Serv. Agric.	14
20	Silvicultura e Exploração Florestal	1
141/145	Ind. Extract. Minerais não Metálicos	6
151/160	Ind. Alimentação / Bebidas / Tabaco	3
171/177	Ind. Têxtil	1
201/205	Ind. Madeiras e Cortiça	6
211/212	Ind. do Papel	2
241/252	Ind. Química	1
263/268	Ind. Cerâmica e Cimento	3
281/355	Ind. Prod. Metálicos e Mat. Eléctrico	9
401/410	Electricidade / Gás / Água	3
451/455	Construção	82
501/505	Comércio e Reparação Automóvel	2
511/517	Comércio por Grosso	6
521/526	Comércio Retalhista	3
601/634	Transportes e Armazenagem	4
641/642	Comunicações	2
701/748	Serv. Prestados às Empresas	9
751/753	Administração Pública / Regional	1
851/853	Serv. Sociais Prest. Colectiv.	2
900	Serv. Saneamento / Limpeza	1
921/927	Serv. Recreativos/Culturais	1
930	Serv. Pessoais/Domésticos	1
Total		163

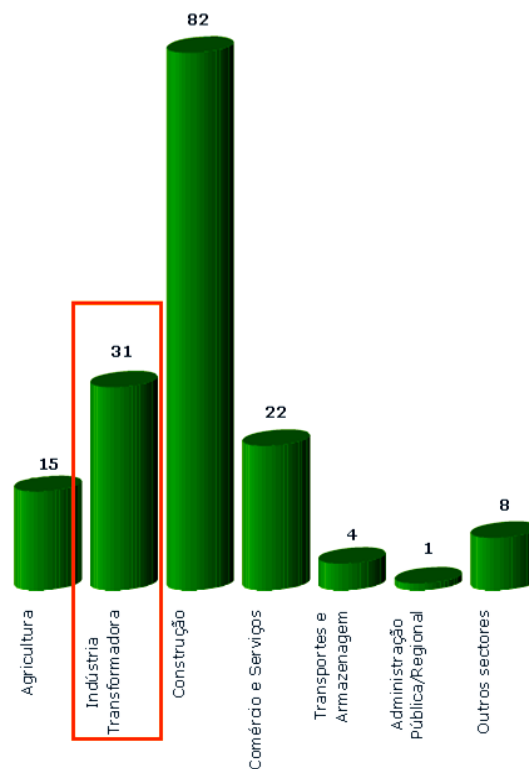


Figura 127 Estatística dos acidentes de trabalho mortais durante o ano de 2007